

MATERIAL DIDÁTICO



BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	OS MICRORGANISMOS	5
3	MORFOLOGIA E CITOLOGIA BACTERIANA	7
3.1	Morfologia.....	7
3.2	Citologia	9
4	MICROBIOTA AUTÓCTONE.....	14
5	BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA.....	19
6	VIROLOGIA	32
6.1	Ciclo viral.....	34
7	EPIDEMIOLOGIA DAS INFECÇÕES VIRAIS.....	39
7.1	Mecanismos de transmissão	40
8	MICOLOGIA.....	45
8.1	Citologia dos fungos.....	46
8.2	Nutrição e metabolismo.....	47
9	MICOLOGIA MÉDICA.....	49
9.1	Micoses superficiais e cutâneas.....	49
10	PROTOZOARIOS.....	54
10.1	Morfologia dos Protozoários.....	56
10.2	Processo Reprodutivo dos Protozoários	59
11	CARACTERISTICA DOS FILOS DE PROTOZOOARIOS.....	60
11.1	Sarcodíneos.....	60
11.2	Sarcodíneos Parasitas do Homem.....	62
11.3	Mastigophora ou flagelados	63
11.4	Flagelados parasitas do Homem.....	63
11.5	Os ciliados.....	64

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

11.6	Diversidade dos Ciliados.....	66
11.7	Esporozoários	67
11.8	Gênero <i>Plasmodium</i>	67
11.9	<i>Toxoplasma gondii</i>	69
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

1 INTRODUÇÃO

Prezado aluno!

O Grupo Educacional FAVENI, esclarece que o material virtual é semelhante ao da sala de aula presencial. Em uma sala de aula, é raro – quase improvável - um aluno se levantar, interromper a exposição, dirigir-se ao professor e fazer uma pergunta, para que seja esclarecida uma dúvida sobre o tema tratado. O comum é que esse aluno faça a pergunta em voz alta para todos ouvirem e todos ouvirão a resposta. No espaço virtual, é a mesma coisa. Não hesite em perguntar, as perguntas poderão ser direcionadas ao protocolo de atendimento que serão respondidas em tempo hábil.

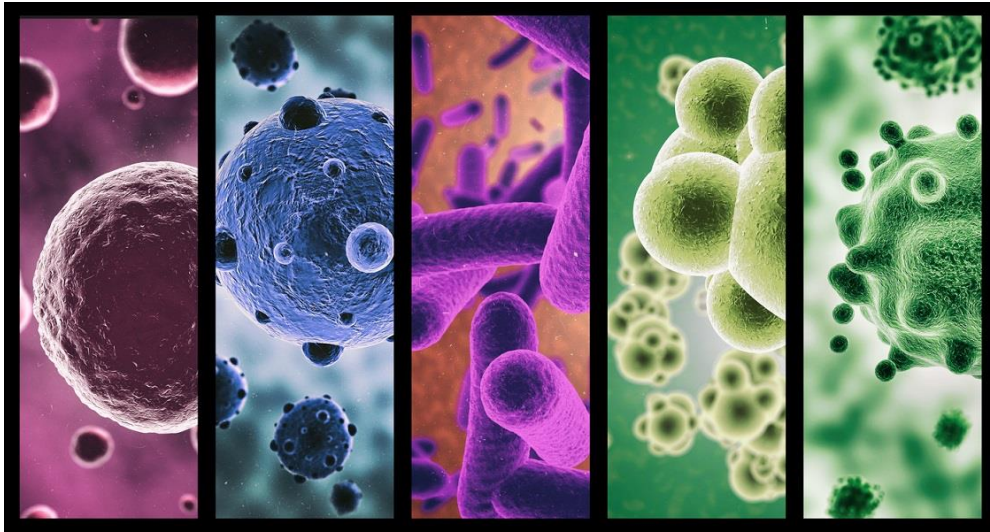
Os cursos à distância exigem do aluno tempo e organização. No caso da nossa disciplina é preciso ter um horário destinado à leitura do texto base e à execução das avaliações propostas. A vantagem é que poderá reservar o dia da semana e a hora que lhe convier para isso.

A organização é o quesito indispensável, porque há uma sequência a ser seguida e prazos definidos para as atividades.

Bons estudos!

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

2 OS MICRORGANISMOS



Fonte: tecreview.tec.mx

A microbiologia (do grego: *mikros*, pequeno; *bios*, vida e *logos*, ciência) compreende o estudo dos organismos microscópicos e de suas atividades. Quando partimos para esta disciplina, devemos considerar que variados microrganismos podem provocar infecções, e que inúmeras também são as formas de diagnóstico e identificação dos agentes etiológicos destas enfermidades (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Para identifica-los, é analisado sua morfologia, estrutura, reprodução, fisiologia e metabolismo. Dentro desta cadeia segundo autor citado, são avaliados também os conceitos de distribuição natural, suas relações simbióticas e as alterações físicas e químicas que provocam no meio ambiente.

Neste caso, os microrganismos seguem as características comuns a todos os sistemas considerados biológicos: habilidade de se reproduzir, capacidade de ingerir ou assimilar substâncias (metabolizando-as para suas necessidades energéticas e de crescimento), habilidade de excreção de metabólitos, capacidade de reagir a alterações ambientais (irritabilidade) e suscetibilidade a mutações (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

A microbiologia pode também auxiliar na demonstração dos princípios da biologia, facilitando o estudo de sistemas específicos para a investigação das reações fisiológicas, genéticas e bioquímicas, que são a base da vida (NOGUEIRA, *et al.* 2009 apud CAMPOS, 2016).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Segundo Nogueira (2009) os microrganismos são instrumentos ideais para a pesquisa dos fenômenos biológicos, pois, além de crescerem e se reproduzirem rapidamente, com metabolismo semelhante à de outros organismos mais complexos, em tubos de ensaio ou frascos, exigem menos espaço e cuidados de manutenção.

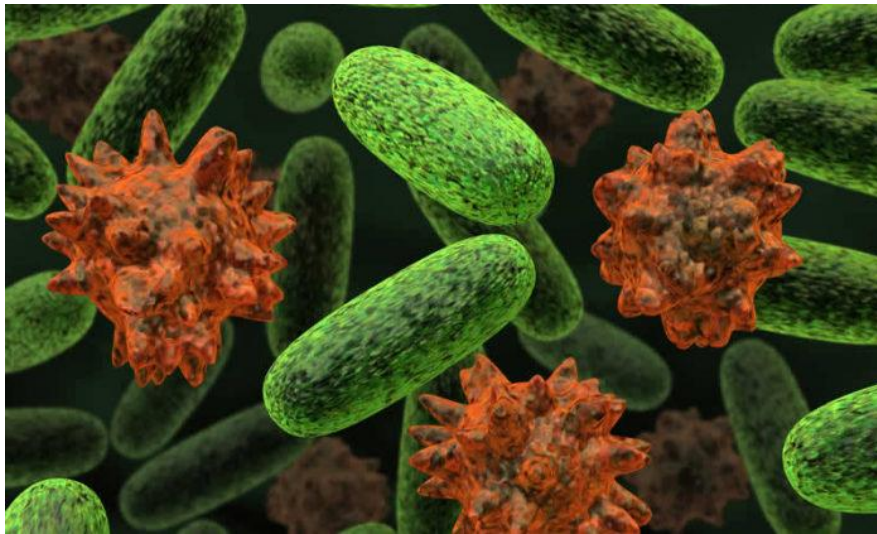
Os organismos mais estudados em biologia dos microrganismos são as bactérias, os fungos e os protozoários. Os vírus, embora não serem considerados vivos, têm algumas características de células vivas e por isso são estudados como microrganismos.

Segundo Campos (2016) microrganismos apresentam sistemas específicos para estudo das reações fisiológicas, genéticas e bioquímicas, constituindo a base da vida. Seu crescimento reprodução é rápido e em ritmo elevado, sendo que algumas espécies bacterianas podem apresentar 100 gerações em menos de 24 horas. Os processos metabólicos microbianos são similares ao que ocorrem nos vegetais superiores e nos animais.

As leveduras, por exemplo, utilizam a glicose, basicamente do mesmo modo que as células de mamíferos, mostrando que o mesmo sistema enzimático está presente nestes organismos tão diversos. Em microbiologia podem-se estudar os organismos em detalhes e observar seus processos vitais durante o crescimento, reprodução, envelhecimento e morte (CAMPOS, 2016).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

3 MORFOLOGIA E CITOLOGIA BACTERIANA



Fonte: gelgez.net

O tamanho das bactérias é da ordem de milésimos de milímetros, ou seja, micrômetros (mm), podendo, no entanto, serem observadas em microscopia ótica, o que não ocorre com os vírus, que, possuidores de dimensões inferiores a 0,2 mm (limite de visibilidade do microscópio ótico), não podem ser observados neste instrumento. A maioria das bactérias estudadas nos laboratórios de microbiologia mede de 0,5 a 1,0 mm de diâmetro por 2,0 a 5,0 mm de comprimento (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

3.1 Morfologia

Outro dado relevante é que as bactérias podem se apresentar em três tipos morfológicos fundamentais (NOGUEIRA, *et al.* 2009).:

- Bastonetes ou bacilos Bastonetes longos ou curtos com extremidade reta ou de ponta arredondada, ou ainda curvos, em forma de vírgula.
- Espirilos Forma de hélice, sacarrolha ou espiralar.
- Cocos Podem ser esféricos, elípticos, em forma de ponta de lança, riniformes, etc.

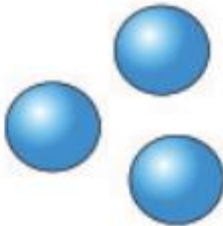
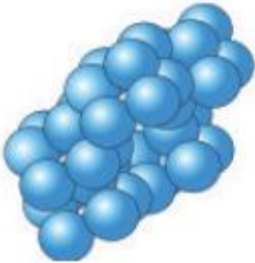
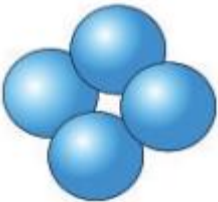
Os cocos podem formar diferentes arranjos, de acordo com a sua divisão celular (em plano único, ou em mais planos):

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

- Diplococos são cocos agrupados 2 a 2 (divisão em um único plano).
- Streptococos são vários cocos dispostos em cadeia, similar a um cordão de pérolas. (divisão em um único plano).
- Tétrades são Grupos de 4 cocos unidos (divisão em 2 planos).
- Sarcinas são Grupos de 8 cocos unidos, de forma semelhante a um cubo (divisão em 3 planos).
- Estafilococos são cocos agrupados de forma aleatória, semelhante ao formato de um cacho de uvas (divisão em muitos planos). Os bastonetes (ou bacilos) não se dispõem em tantos arranjos como os cocos, sendo que, na sua grande maioria, se apresentam de forma isolada. Porém, ocasionalmente podem ocorrer aos pares (diplobacilos) ou em cadeias (estreptobacilos). Dependendo do gênero, fase de crescimento ou da composição do meio de cultura, estas bactérias podem também apresentar arranjos diferenciados, como crescimento em paliçada ou letras chinesas (*Corynebacterium*/Difteria).

Quando os bastonetes são muito curtos, podemos encontrar alguns autores denominando-os cocobacilos. Os espirilos ocorrem, predominantemente, como células isoladas. Exibem, porém, nítidas diferenças em relação ao comprimento, largura, número e amplitude dos espirais (NOGUEIRA, 2009 apud BARBOSA, 2013).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

	
Bacilos ou Bastonetes	Cocos
	
Espirilo	Diplococos
	
Estafilococos	Estreptococos
	
Sarcina	Tétrade

Fonte: (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

3.2 Citologia

As bactérias são seres procarióticos, ou seja, desprovidos de membrana nuclear (também chamada de carioteca). Elas não possuem todas as estruturas internas das células eucarióticas, sendo mais simples em todos os níveis, menos no seu envoltório celular. Para se ter uma ideia, citaremos os principais elementos estruturais das bactérias (NOGUEIRA, *et al.* 2009):

Parede celular

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Responsável pela forma, rigidez bacteriana, divisão celular e muitas vezes manutenção osmótica, com uma espessura de aproximadamente 10 a 20 nm é formada, entre outras substâncias, por um complexo macromolecular, conhecido como mucocomplexo (também chamado de peptidoglicano, mureína, mucopeptídeo ou glicopeptídeo), de importância prática na taxonomia bacteriana. Nas bactérias chamadas gram-negativas, este complexo representa uma fração menor do total da parede em relação as gram-positivas (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Segundo autor citado a parede celular nas bactérias gram-negativas é quimicamente mais complexa, possuindo maior quantidade de aminoácidos e de lipídeos. Sua fração de LPS (lipopolissacarídeo) externa determina sua toxigenicidade e antigenicidade. As bactérias Gram positivas possuem como porção característica os ácidos teicoicos. Algumas bactérias com paredes estruturalmente Gram-positivas possuem uma modificação importante que pode ser utilizada na taxonomia; nestas bactérias, os lipídios estão em maior quantidade e fortemente ligados (cerca de 60% do peso seco da parede), além disso, elas possuem também em sua composição ácidos micólicos.

O gênero *Mycobacterium* é o exemplo mais importante de microrganismo onde ocorre esta modificação, devido ao caráter hidrofóbico de sua parede, sua coloração pelo método de gram é dificultada, mas ele pode ser diferenciado pela capacidade de álcool-ácido resistência (NOGUEIRA, 2009 apud ARAÚJO, 2016).

Membrana celular ou membrana citoplasmática

Também chamada de membrana plasmática são constituídas de fosfolipídios e proteínas, sua estrutura é semelhante à dos organismos não procarióticos, todavia, com exceção dos grupos bacterianos dos micoplasmas, não possuem esteróis. Trata-se de uma membrana semipermeável, seletiva, sede de várias enzimas, que limita o citoplasma. Importante, não só para o transporte de íons e metabólitos (ex.: enzimas permeases e porinas), ela também atua em numerosos processos biossintéticos. A membrana celular das arqueobactérias pode conter lipídios únicos e longos, sem grupamento fosfato. O que, segundo alguns autores, pode contribuir para suas atividades em

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

ambientes incomuns (alta concentração de sal, baixo pH ou altas temperaturas) (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Citoplasma

A célula bacteriana apresenta no seu citoplasma diferentes regiões, que podem ser divididas didaticamente segundo Nogueira (2009). Uma área chamada citoplasmática, de aparência granular e rica em RNA, uma área chamada de cromatínica ou nuclear, rica em DNA, e uma porção fluída, com nutrientes dissolvidos. Na área chamada citoplasmática, temos, juntamente com o RNA, partículas proteicas, formando corpúsculos com cerca de 20 nm de diâmetro, chamados ribossomas. Estes possuem enzimas que atuam na biossíntese da célula (são responsáveis pela síntese proteica, possuindo em sua composição, aproximadamente, 60% de RNA e 40% de proteínas). As bactérias não possuem membrana nuclear e nem aparato mitótico.

Na área cromatínica, temos o chamado nucléolo ou nucleóide, composto por um cromossomo de DNA de dupla hélice, em sua grande maioria na forma de uma molécula única circular (algumas bactérias, como o *Vibrio cholerae*, podem possuir mais de um cromossomo; e outras, como a *Borrelia burgdorferi*, possuem um cromossomo linear) (NOGUEIRA, 2009 apud ARAÚJO, 2016).

O cromossomo é possível de ser caracterizado em cultura de células jovens tratadas com HCl, a fim de destruir o RNA citoplasmático, seguido de coloração, pelo método de Giemsa (ARAÚJO, 2016).

Outras estruturas

Alguns elementos podem estar presentes, ou não, em determinados gêneros bacterianos segundo Nogueira, 2009. Podendo, muitas vezes, além de sua função para a própria célula, nos auxiliar na taxonomia, abaixo segue os elementos:

- **Grânulos ou inclusões citoplasmáticas:** Podem ser visualizados através de colorações especiais, pois geralmente são refringentes. Sua natureza varia de acordo com o organismo, porém sua função é sempre de armazenamento. Encontrando-se reservas de glicogênio, amido,

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

fosfatos, enxofre, etc. Alguns destes grânulos podem auxiliar na identificação presuntiva da presença de determinadas bactérias, como no caso de *Corynebacterium*, que acumulam polifosfatos. Esses grânulos são as vezes denominados grânulos de volutina ou metacromáticos, uma vez que, com corantes azuis, se diferenciam, corando-se em vermelho. Uma alternativa para realizar essa distinção é através do método de Albert Laybourn.

- **Plasmídeo:** Estrutura de DNA circular extracromossomial, de duplicação independente (replicon), localizada no citoplasma da célula (menor que o cromossoma), que não é responsável por características essenciais da bactéria. Geralmente se apresentam com várias cópias, não possuindo homologia com o cromossomo, mas capacidade de conferir várias vantagens seletivas (ex.: resistência a antibióticos), podendo, inclusive, ser transferidos para outras bactérias. Essas estruturas têm sido largamente utilizadas, na atualidade, na engenharia genética.
- **Glicocálice** são camada externa viscosa que cerca a parede celular e pode ocorrer em muitas bactérias. Sua natureza química, na maior parte polissacarídica, é variada, e depende da espécie bacteriana. Os termos cápsula e camada limosa ou slime são usados, frequentemente, e alguns autores os diferenciam baseando-se na organização mais ou menos definida de sua estrutura. Além de fornecer um envoltório protetor, possui seu papel ligado a virulência e imunogenicidade, já que pode atuar na defesa da bactéria contra a fagocitose, bacteriófagos e, principalmente, auxiliar na aderência bacteriana a algumas superfícies um bom exemplo é o *Streptococcus mutans*, que forma a placa bacteriana dentária.
- **Flagelos** são estruturas de locomoção formadas por apêndices muito finos, compostos de flagelina (proteína), e se encontram presentes em algumas bactérias. O flagelo apresenta três componentes: uma estrutura basal, uma similar a um gancho e um longo filamento externo parede celular. O seu comprimento geralmente é várias vezes o da célula, contudo, seu diâmetro é uma pequena fração do diâmetro celular (10 a 20 nm). Podem ser únicos ou múltiplos, polares ou peritríquios (em todo corpo bacteriano), auxiliando, desta forma, em estudos taxonômicos. Apesar destas estruturas estarem categoricamente ligadas a locomoção

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

bacteriana, algumas bactérias podem se movimentar por outros meios, como, por exemplo, o deslizamento provocado pelo fluxo protoplasmático.

- **Pili ou fímbria:** São apêndices filamentosos compostos de pilina (proteína) encontrados em algumas bactérias gram-negativas, mais finos, mais curtos e geralmente mais numerosos que os flagelos. De acordo com sua estrutura, podem desempenhar duas funções de grande importância: a aderência a superfícies (através das adesinas localizadas em suas extremidades) e como pili sexuais, permitindo a fixação de células doadoras e receptoras, servindo como porta de entrada para material genético na conjugação bacteriana.
- **Esporos (endósporos)** essas estruturas são produtos de uma resposta ao meio ambiente e podem ser formadas em alguns gêneros bacterianos (ex.: *Bacillus* e *Clostridium*), são refringentes aos corantes e altamente resistentes a agentes físicos e químicos. Formam-se quando o meio se torna inadequado para a sobrevivência da bactéria em sua forma vegetativa (ex.: escassez de água ou nutrientes). Cada célula forma um único esporo, que é liberado quando a bactéria morre. Sua composição se caracteriza por alto teor de cálcio associado ao ácido dipicolínico, relacionado desidratação e alta resistência, inclusive térmica. Essas estruturas permitem a manutenção de microrganismos em forma esporulada (latente ou em repouso), por longos anos, no ambiente, sendo consideradas notáveis estratégias de sobrevivência, já que podem reverter forma vegetativa quando o local se torna viável novamente para sua sobrevida.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

4 MICROBIOTA AUTÓCTONE



Fonte: minutobiomedicina.com

Nogueira (2009) conceitua microbiota autóctone ou, como antigamente era conhecida, flora normal, aos microrganismos que habitam a pele e as mucosas de pessoas normais e sadias. A microbiota normal se origina inicialmente do ambiente, no momento do nascimento e da alimentação, podendo haver relativa variação entre indivíduos com o passar do tempo, mas que geralmente engloba microrganismos frequentemente encontrados em determinado local, e numa determinada idade, entre indivíduos saudáveis. Sua presença não é essencial à vida, porém, ela desempenha um papel bem definido na manutenção da saúde e das funções normais.

Os microrganismos membros da microbiota podem ser extremamente benéficos existindo como mutualistas, protegendo o hospedeiro, competindo pelos nichos onde se encontram e pelos nutrientes, de forma mais eficiente que os microrganismos externos, inibindo e dificultando a colonização de outros microrganismos, produzindo nutrientes importantes (síntese de vitamina K e B) e também contribuindo para o desenvolvimento do sistema imunológico (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

Na grande maioria, a microbiota se compõe de comensais, quando mantém associações aparentemente neutras sem benefícios ou malefícios detectáveis. Contudo, em algumas ocasiões, esses microrganismos podem agir como oportunistas, quando causam doenças em indivíduos imunocomprometidos (portadores de AIDS, pessoas que utilizam terapia

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

imunossupressora, quimioterapia, radioterapia, que possuem queimaduras extensas, etc). Ainda existem os casos em que se os microrganismos normais forem retirados por algum motivo do local onde são considerados comensais, e introduzidos em outro ambiente corpóreo, eles poderão agir como patogênicos, já que neste outro nicho eles não fazem parte da microbiota. A microbiota normal pode ser classificada em dois grupos: A microbiota residente, que é considerada fixa de uma determinada área em determinada idade, e que, se perturbada, prontamente se restabelece (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Segundo autor citado a microbiota transitória, proveniente do meio ambiente, que pode permanecer no indivíduo por algumas horas ou até mesmo semanas. Geralmente, se a microbiota residente se mantém intacta, a microbiota transitória não apresenta maiores problemas, principalmente porque ela não se mantém de forma permanente. Porém, se houver algum distúrbio com a primeira, os microrganismos transitórios poderão colonizar o local e, posteriormente, caso sejam patogênicos ou oportunistas, virem a produzir doenças.

A existência de microrganismos residentes em determinado local do corpo vai depender de diversos fatores ambientais, como temperatura, umidade, pH, secreções, presença de lisozima, oxigênio, etc. Existem ainda os locais de nosso corpo desprovidos de microbiota, como o cérebro, a medula espinhal, os rins e os pulmões, onde qualquer microrganismo detectado deve ser considerado com cuidado (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

Cavidade oral

A composição da microbiota oral se altera com a idade, hábitos alimentares, hormônios, fluxo salivar, condições imunológicas e outros fatores, como higienização e ingestão de álcool. Todavia, de um modo geral, a alta umidade, o pH próximo da neutralidade, a temperatura constante (entre 34 e 36°C) e a disponibilidade de nutrientes da boca possibilitam o estabelecimento de uma microbiota bacteriana bastante complexa que habita as diversas áreas da cavidade oral. Entre as bactérias mais comuns, podemos identificar os *Lactobacillus spp.*, os *Streptococcus spp.*, os anaeróbios e as espiroquetas. Muitas dessas bactérias podem estar associadas a formação de caries e a ocorrência de doenças periodontais (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Nasofaringe

A faringe aprisiona a maioria das bactérias que são inaladas. Muitas bactérias orais também podem ser encontradas neste local. O trato respiratório superior é a porta de entrada para a colonização inicial por muitos patógenos. Na nasofaringe podemos encontrar portadores sadios de vários gêneros bacterianos de importância médica, com *Staphylococcus* e *Neisseria*. Já o trato respiratório inferior (brônquios e alvéolos) é normalmente estéril, porque partículas do tamanho de bactérias não conseguem atingi-lo prontamente. (NOGUEIRA, et al. 2009).

Esôfago

Quando está anatomicamente normal e sadio, o esôfago é um órgão praticamente estéril e, se presentes, as bactérias da saliva e alimentos são apenas transitórias. Apesar disso, condições patológicas podem alterar a anatomia do esôfago e predispor o órgão ao estabelecimento de uma microbiota residente constituída de microrganismos potencialmente patogênicos (NOGUEIRA, et al. 2009).

Trato gastrointestinal

Devido as rigorosas condições ambientais, no estômago, os microrganismos são comumente transitórios e sua densidade populacional é mantida baixa. A quantidade de bactérias imediatamente após as refeições é estimada em aproximadamente 10^3 a 10^6 bactérias por grama do conteúdo estomacal, sendo após a digestão praticamente indetectável. Todavia, quando consideramos as porções posteriores desse trato, sabemos da existência de grande quantidade e variabilidade de espécies bacterianas habitando esses ambientes (NOGUEIRA, et al. 2009).

A quantidade e o número de espécies presentes em dado segmento do trato gastrointestinal são afetados pelo pH e pelo tempo de retenção de seu conteúdo. Como já foi dito, o baixo pH do conteúdo estomacal e o fluxo rápido de conteúdo do intestino delgado tende a inibir o crescimento de muitas bactérias. Por outro

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

lado, o pH relativamente neutro e a prolongada manutenção do conteúdo ingerido no intestino grosso permitem o desenvolvimento da grande diversidade microbiana comentada anteriormente. As bactérias residentes do trato gastrointestinal contribuem para a dieta fermentando carboidratos indigeríveis, como a celulose em ácidos graxos, que são fontes de energia para as células do epitélio intestinal e facilitam a absorção de sódio e água, além de sintetizarem proteínas e vitaminas K e B (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Vagina

Segundo Nogueira (2009) a microbiota vaginal varia de acordo com o indivíduo, a idade, o pH local e os níveis hormonais. As maiores alterações acontecem quando ocorre uma infecção bacteriana vaginal. As bactérias que colonizam a vagina formam um grupo multiespecífico e complexo de Gram-positivos e Gram-negativos, com predominância de anaeróbios. Prevaecem, no primeiro mês de vida, as bactérias do gênero *Lactobacillus*, mantendo o pH vaginal ácido em torno de 5. A partir deste estágio até o início da puberdade, a acidez vaginal diminui elevando o pH para 7, onde predominam *S. epidermidis*, *Streptococcus spp.* e *Escherichia coli*.

Entre a puberdade e a menopausa, devido à ação do hormônio estrogênio, ocorre produção de glicogênio e a microbiota passa a ser predominantemente de membros dos gêneros *Lactobacillus*, *Corinebacterium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* e *Bacteroides*. Devido à prevalência da espécie *Lactobacillus acidophilus*, o pH do trato vaginal decresce novamente e se estabelece em torno de 5 (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

Após a menopausa, com a diminuição da produção de estrogênio, a secreção de glicogênio diminui e o pH vaginal se eleva novamente para chegar em torno de 7, neste período a composição da microbiota volta a ser aquela característica da pré-puberdade (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Pele

Vários nichos ecológicos diferentes estão disponíveis na superfície da nossa pele, que possuímos regiões mais secas e mais úmidas, apresentando menores ou maiores quantidades da microbiota. Nas regiões mais secas

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

predominam *Staphylococcus epidermidis* e *Propionibacterium acnes*. Nas áreas mais úmidas, como virilhas, axilas, espaços interdigitais, genitália e períneo, predominam *Staphylococcus aureus* e *Corynebacterium sp.* Nesses locais, as condições ambientais, como umidade, maior temperatura e abundância de lipídios cutâneos, favorecem o crescimento bacteriano. De modo geral, ocorre a predominância das bactérias gram-positivas na superfície corporal, já que estas possuem um alto grau de especificidade na adesão às superfícies epiteliais e nem todas as bactérias possuem esta habilidade (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Conjuntiva

A região da conjuntiva, apesar da sua constante exposição ao ambiente externo e, consecutivamente, à contaminação microbiana, apresenta mecanismos de proteção bastante eficazes. A ação de remoção da sujeira e dos microrganismos que entram em contato com a conjuntiva pelas lágrimas através dos movimentos das pálpebras é um deles. A lágrima, além de ser um meio de cultura pobre, possui em sua composição imunoglobulinas (IgG), que inativam vários microrganismos; além disso, possui lactoferrina, que atua sequestrando o ferro (essencial para o metabolismo bacteriano) (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

A lágrima possui também lisozima, que é uma enzima que dificulta a formação de paredes celulares bacterianas. Como já explicamos, quando ocorre o desequilíbrio entre a microbiota residente e a transitória, pode haver o desenvolvimento de doenças. No caso da conjuntiva, o uso indiscriminado de colírios contendo agentes antimicrobianos ou corticoides pode levar a esse problema (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

5 BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA



Fonte: nstitutogpi.com

De acordo com Nogueira (2009) os principais grupos bacterianos, importantes para o homem e os animais serão listados abaixo. Os grupos foram separados de acordo com a morfologia e a coloração (baseada na estrutura da parede celular).

Cocos Gram-positivos

Staphylococcus

São esféricos, imóveis, possuem aproximadamente 1µm de diâmetro e são encontrados predominantemente sob a forma de cachos irregulares. Alguns representantes destes microrganismos compõem a flora normal da pele e das mucosas do homem, enquanto outros são responsáveis por vários tipos de infecções, podendo levar a septicemias fatais.

O gênero *Staphylococcus* pertence à família Staphylococcaceae e possui, atualmente, mais de 30 espécies, sendo que três delas aparecem com frequência como agentes importantes em bacteriologia médica (*S.aureus*, *S.epidermidis* e *S.saprophyticus*) (NOGUEIRA, 2009 apud SILVA, 2014).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Alguns exemplares destas bactérias podem desenvolver resistência a antimicrobianos, sendo responsáveis por grande parcela de multirresistência em infecções hospitalares e criando problemas terapêuticos de difícil solução. Os estafilococos podem ser cultivados em grande parte dos meios de cultura, em condições de aerobiose (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

A temperatura ideal para o seu crescimento é de 37°C. As colônias em meio sólido são esféricas e brilhantes, podendo haver formação de várias tonalidades de pigmentos. O *Staphylococcus aureus*, a espécie considerada como mais patogênica do gênero, é geralmente hemolítica, podendo produzir um pigmento amarelo. Caracteriza-se pela produção da enzima coagulase e fermentação do manitol. Por produzir várias enzimas e toxinas extracelulares é causa de várias doenças, desde intoxicações de fundo alimentar a síndromes gravíssimas, como a do choque tóxico (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

A característica da lesão causada por esta bactéria é o aparecimento de abscessos localizados e de supurações focais. A partir do foco, o microrganismo pode se disseminar por via linfática e sanguínea para outras partes do corpo. Doenças como osteomielite, pneumonia, meningite e endocardite, podem ter associação com este microrganismo (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Streptococcus

Os microrganismos pertencentes a este gênero estão dentro dos integrantes da família Streptococcaceae. São esféricos, com aproximadamente 1 a 2μm de diâmetro, agrupando-se geralmente em cadeias, sendo o comprimento da cadeia variável em função das condições ambientais. Crescem bem em meios sólidos, principalmente contendo sangue ou extratos de tecidos (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

A temperatura ideal da sua incubação é de 37°C, formando colônias esféricas de 1 a 2 mm de diâmetro são considerados anaeróbios tolerantes ao oxigênio, pois apesar de crescerem em ambiente aeróbio, só processam fermentação e nunca respiração. São ainda responsáveis por várias doenças humanas, desde cárie dentária, até febre puerperal, erisipela, escarlatina e mesmo septicemias, um grupo muito diversificado de bactérias. Sua capacidade de produzir hemólise em diferentes escalas constitui um dado importante na sua classificação laboratorial (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

- **β -hemolíticos** formação de hemólise total em torno da colônia (lise dos eritrócitos de carneiro a 5%). Considerados os principais patógenos do gênero, são responsáveis por várias doenças (faringites, infecções dos tecidos moles e sérias complicações). Estas cepas são ainda subclassificação em grupos, de acordo com diferentes polissacarídeos de parede celular (A à V). Sendo as do grupo A, as mais importantes na clínica humana (*Streptococcus pyogenes*), envolvidas em diferentes enfermidades; seguidas das do grupo B (*S. agalactiae*), envolvidas, principalmente, em meningites, septicemias neonatais e infecções pós-parto.
- **α -hemolíticos** são hemólise parcial em torno da colônia (a hemoglobina dos eritrócitos adquire coloração esverdeada). Podem causar, entre outros problemas, pneumonia, meningite (*Streptococcus pneumoniae*) e endocardite subaguda (grupo viridans).
- **γ -hemolíticos** ou anemolíticos não formam hemólise.

Enterococcus: anteriormente descrito dentro do gênero *Streptococcus* (grupo D de Lancefield), este microrganismo elevou-se a categoria de novo gênero *Enterococcus* e hoje faz parte da família Enterococcaceae. Conforme indica sua denominação, estes organismos fazem parte da microbiota entérica e muitas vezes do trato geniturinário, podendo ser encontrados como causadores de problemas nas vias urinárias (principalmente em pacientes com anomalias ou manipulados), ou mesmo em feridas e bacteremias, principalmente em imunodeprimidos. Podem apresentar diferentes tipos de hemólise (α, β, γ) e são considerados microrganismos extremamente resistentes, podendo crescer em condições de alta salinidade (pH 9,6) e temperaturas de 10 a 45°C, bem como em detergentes e bile.

Possuem uma resistência intrínseca aos antimicrobianos, sendo, diferentemente dos estreptococos, somente inibidos pela penicilina e não mortos por ela. São resistentes as cefalosporinas e alguns também a aminoglicosídeos, quando administrados em monoterapia (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

Na década de 1980, começaram a aparecer algumas cepas com resistência à vancomicina o que causa até hoje grande preocupação em hospitais, pois, apesar de ser considerado um patógeno de baixa virulência, ele

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

possui a capacidade de transferir sua resistência através de plasmídeos para outros gêneros bacterianos, como, por exemplo, o *S. aureus*.

Cocos Gram-negativos

Neisseria

Gênero pertencente à família Neisseriaceae. Apesar de compreender várias espécies, que podem ser diferenciadas por meio de provas bioquímicas, enfatizamos duas espécies patogênicas para o homem: a *Neisseria meningitidis*, conhecida também como meningococo (meningite) e a *Neisseria gonorrhoeae*, conhecida como gonococo (Gonorreia). Ambas se apresentam como diplococos gram-negativos, com morfologia semelhante a rins (riniformes) ou a grãos de feijão (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Alguns autores sugerem, ainda, semelhança a grãos de café. Medem aproximadamente 0,8µm de diâmetro e são imóveis. As colônias apresentam-se convexas, brilhantes e mucoides, com 0,5 a 1 mm de diâmetro. Substâncias como sangue e proteínas animais estimulam seu crescimento, sendo que uma atmosfera com 10% de CO₂ é ideal para seu total desenvolvimento. Ambas as espécies possuem resistência natural à vancomicina e a polimixina, o que facilita a seleção de contaminantes quando adicionados ao meio de cultura para seu isolamento (meio de Thayer-Martin) (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

O Meningococo, responsável pela meningite, pode ser dividido em 10 grupos sorológicos, sendo a maioria das infecções causadas pelos grupos A, B, C, Y e W/35. Ele inicia sua colonização, geralmente, pela nasofaringe (onde pode ser encontrando em elevado percentual de indivíduos normais) de onde pode ganhar a circulação e migrar para as meninges ou até causar outras infecções (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

De acordo com o autor citado, o gonococo, responsável pela gonorreia, doença sexualmente transmissível, tem na uretrite sua principal forma clínica no homem. Na mulher, apresenta principalmente cervicite, mas, eventualmente, pode causar em ambos proctite, faringite gonocócica e conjuntivite neonatal. Ocasionalmente, pode invadir a circulação, causando artrites, endocardites, meningites e lesões cutâneas.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Bastonetes Gram-positivos

Clostridium

O gênero pertence à família Clostridiaceae. São anaeróbios formadores de esporos resistentes, tendo como habitat natural o trato intestinal de animais e do homem. De maneira geral são bastonetes móveis, gram-positivos, grandes e longos, com comprimento variando entre 3 a 8µm. Os esporos são geralmente mais largos e de difícil coloração (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Clostridium botulinum responsável pelo botulismo, doença que, na maioria das vezes, é causada pela ingestão de alimentos contaminados com toxina botulínica (termolábil), que causa paralisia flácida. O tratamento consiste em aplicação de soro antitoxina, e o diagnóstico se baseia na demonstração da toxina (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

Clostridium tetani responsável pelo tétano, doença cuja causa é a infecção de ferimento por esporos deste microrganismo, provenientes de solo ou poeira. Trata-se de uma bactéria que produz potente toxina neurotrópica chamada tetanospasmina, que causa paralisia espástica (trismo) e pode levar à morte. O tratamento consiste, principalmente, em aplicação de soro antitoxina, remoção cirúrgica do tecido necrosado e administração de antibióticos. No diagnóstico, a bacterioscopia com visualização da formação de esporos terminais facilita sua identificação (forma de raquete). O agente causador pode também ser isolado em culturas anaeróbias a partir da ferida, porém, o tratamento não deve esperar esta confirmação (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Clostridium perfringens também formador de toxina, este microrganismo, que se apresenta isolado ou aos pares, pode produzir várias toxinas, causando quadros clínicos diversos. Entre eles, intoxicação alimentar, gangrena gasosa (mionecrose), infecções intra-abdominais, cutâneas e subcutâneas.

Na gangrena gasosa, o microrganismo é introduzido sob forma de esporos em uma ferida. A infecção se alastra em 1 a 3 dias, com desprendimento de gases nos tecidos que circundam o ferimento. O diagnóstico e o tratamento procedem da mesma forma que no caso anterior.

Clostridium difficile podendo ser encontrado como habitante normal do intestino humano, este microrganismo é agente de doença entérica, associada a antibiótico. Com quadros que variam de diarreia autolimitante a colite

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

pseudomembranosa, é capaz de produzir três fatores principais de virulência. Uma enterotoxina, uma citotoxina e uma substância inibidora da motilidade intestinal. O diagnóstico é feito por coloscopia e também por isolamento e demonstração de toxina nas fezes. O tratamento se baseia em antimicrobianos, com chance de recidivas de 30%.

Bacillus o gênero *Bacillus* é a espécie tipo da família Bacillaceae, compreende espécies facultativas e formadoras de esporos. Sua maioria é saprófita, sendo apenas duas espécies consideradas importantes clinicamente para o homem (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

De acordo com autor citado, o *Bacillus anthracis* causador do antraz ou carbúnculo (doença primária do gado), a contaminação se processa via contato com animal doente. A infecção é adquirida via introdução de esporos através da pele ou mucosas lesadas e raramente inalação, causando, na fase vegetativa, edemas, congestão de tecidos, e se disseminando pelas vias linfáticas. No homem, a forma mais comum é a pústula maligna, uma mácula inflamada com vesícula no centro, circundada por um edema. A evolução é lenta e possui letalidade de 20% em casos não tratados.

A forma pulmonar é bastante rara e mais grave, com elevada taxa de mortalidade pela dificuldade do diagnóstico. A inalação de esporos que inicia com quadro gripal, evolui rapidamente para a disseminação, levando à ação sistêmica da toxina, choque e morte (NOGUEIRA, *et al.* 2009 apud FILHO, 2010).

O diagnóstico é feito por esfregaços das lesões corados pelo gram que revelam estes bacilos, se forem feitos quando a lesão ainda é recente. Quando não forem evidenciados, recorre-se ao cultivo deste material. No caso, disseminado, pode-se proceder à cultura de sangue ou testes de ELISA (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Corynebacterium

Este grupo, de bastonetes Gram-positivos, pertence à família Corynebacteriaceae e mede de 0,5 a 1m de diâmetro, tendendo a se apresentar em paliçada ou letras chinesas, e em forma de clava, devido a grânulos metacromáticos em seu interior. O gênero compreende um número

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

relativamente grande de espécies, entre elas, muitos membros da microbiota humana.

Algumas espécies podem ter correlação clínica para os seres humanos, principalmente como oportunistas. Todavia, somente uma espécie possui grande patogenicidade para o homem, o *Corynebacterium diphtheriae*, causador da Difteria (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Corynebacterium diphtheriae

Também conhecido como bacilo de Klebs-Loeffler, esta bactéria se localiza nas amídalas, garganta e nariz, causando reação inflamatória local, e podendo formar falsas-membranas. (bactérias, células epiteliais, leucócitos e fibrina) e se estender à traqueia e brônquios. Este microrganismo elabora potente exotoxina, codificada por um fago lisogênico. Esta exotoxina circulando no organismo pode lesar células do músculo cardíaco, sistema nervoso e renal.

O diagnóstico final, após testes de coloração, cultivo e provas bioquímicas, está na comprovação da atividade toxigênica (teste de ELEK) (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Mycobacterium

Apesar de sua composição de parede, sugerir que este gênero seja estudado entre as bactérias Gram-positivas, estes bastonetes finos, variando entre 0,3 a 0,6µm por 0,5 a 4,0µm, não se coram com facilidade por métodos comuns, possuindo a característica de ser álcool-ácido resistentes (BAAR), devido a presença de ácido micólico e outros lipídeos complexos em sua parede. Além disso, não formam esporos e são aeróbios.

O gênero *Mycobacterium* pertence à família Mycobacteriaceae e contém grande número de espécies, porém a maioria só apresenta importância clínica como oportunistas de imunocomprometidos. Duas espécies, em especial, são responsáveis por duas doenças importantes, a hanseníase e a tuberculose (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

Mycobacterium tuberculosis

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Causadora da tuberculose, doença infecciosa, crônica de longa duração, causa de mortalidade em muitos países, que pode ser pulmonar, renal, óssea, cutânea, meníngea ou genital. Esta bactéria, também conhecida como bacilo de Koch, se apresenta de formas retas e delgadas, dispostas isoladamente ou em pequenos grupos.

O ponto de partida para seu diagnóstico é sua detecção do escarro, líquor, lavados gástricos e outros, pela coloração de Ziehl-Neelsen. A cultura também pode ser feita concomitantemente, mas seu crescimento é muito lento, portanto, o tratamento deve ser processado antes mesmo do microrganismo ser cultivado.

Mycobacterium leprae

Causador da Hanseníase (ou Lepra, como antigamente era chamada), doença que provoca desfigurações na pele, caracterizada por lesões crônicas, às vezes mutilantes. Este bastonete, também conhecido como bacilo de Hansen, é semelhante ao de Koch em sua morfologia, podendo dispor-se em aglomerados chamado globias que caracterizam este tipo de micobactéria.

O diagnóstico é principalmente pautado em exame clínico e provas bacterioscópicas, a partir da coleta de material proveniente de muco nasal e lesões cutâneas. Este material deve ser fixado em lâminas e corado pelo método de Ziehl-Neelsen. Até o momento, esta bactéria ainda não foi cultivada in vitro, sendo utilizado o tatu e o coxim plantar do camundongo para sua proliferação (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Listeria

Gênero pertencente à família Listeriaceae. De acordo com Nogueira (2009) são bastonetes curtos, de 0,5 por 0,8 a 2,5 mm, considerados por muitos autores como cocobacilos, podem variar morfologicamente, tendendo algumas vezes para formas cocoides ou mesmo filamentosas. Não formam esporos, são catalase positivos, oxidase negativos e fermentam a glicose produzindo ácido, mas não gás. Das diferentes espécies que constituem o gênero, atualmente, a mais importante é a *Listeria monocytogenes*.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Listeria monocytogenes

Por ser ubiqüitária, é encontrada em diferentes habitats, incluindo microbiota normal de diferentes animais e homem, bem como fontes ambientais, como água e solo. Sua transmissão ao homem ocorre pelo contato direto com o animal ou fezes infectadas, ou pelo consumo via alimentos como, por exemplo, verduras, queijos e leite. Pode causar infecções assintomáticas em indivíduos saudáveis, que podem se tornar portadores por curtos períodos de tempo.

A ingestão de *Listeria* pode levar a casos de infecção alimentar, com índice considerável de morte em casos não tratados, podendo causar ainda quadros de meningoencefalite, meningite e septicemia, principalmente em pacientes com doença de base ou imunossuprimidos (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

No caso de mulheres grávidas, a listeriose pode afetar a placenta e o feto, levando ao aborto. O microrganismo cresce bem em ágar sangue e outros meios gerais, mas a conservação do material clínico a baixas temperaturas aumenta o percentual de isolamento, o que demonstra uma possibilidade real de manutenção e crescimento, em alimentos mantidos sobre refrigeração (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Bastonetes Gram-negativos Entéricos

Enterobacteriaceae

Esta família engloba vários gêneros e espécies de bastonetes gram-negativos, com muitas propriedades comuns. Embora possam ser encontrados de forma ampla na natureza, a maioria é habitante do intestino de animais e do homem. Seu diagnóstico é pautado na coprocultura, identificação bioquímica e sorologia de um modo geral. Sua prevenção, de um modo geral, está na manipulação e preparo correto de alimentos, bem como a ingestão de água fervida e filtrada.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Devido à riqueza de membros desta família, optamos por somente assinalar as principais espécies que podem estar envolvidas nas patologias humanas (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Escherichia coli

Habitante constante do intestino normal humano, sua presença em água, pode indicar contaminação fecal. A doença mais comum causada pela *E.coli* está relacionada ao trato urinário, como no caso da UPEC (*Escherichia coli* uropatogênica). Sua ocorrência é maior em crianças e mulheres grávidas. Quando a bacteriúria acusar contagem superior a 100 mil UFC por mL de urina é confirmada a infecção urinária. Além disso, também podem estar envolvidas em septicemias, meningites e outros tipos de infecção. Alguns biossoro-tipos de *E. coli* podem também causar problemas de ordem intestinal, como as ETEC (enterotoxigênica), EPEC (enteropatogênica), EIEC (enteroinvasora), EHEC (entero-hemorrágica), EAggEC (enteroagregativa) e DAEC (aderência difusa) (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Shigella

Aeróbios e imóveis, podendo ser encontrados no trato intestinal do homem, não formam cápsula ou esporos. Suas colônias são transparentes, circulares, com até 2mm após 24 horas. Causam, a partir da ingestão de água ou alimentos contaminados, a chamada shigelose ou disenteria bacilar, através de lesões no íleo e do cólon, caracterizada por reação inflamatória. Devido à invasão e destruição da mucosa, o paciente pode apresentar disenteria de início súbito, espasmos abdominais seguidos de diarreia e febre, com sangue e muco nas fezes (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Salmonella

Não esporulados, móveis, aeróbios facultativos, com cerca de 0,5 a 0,7µm, por 1 a 3µm. Atualmente, o Gênero *Salmonella* é dividido em duas espécies, *S.bongori* e *S.enterica*, mas os estudos de hibridização molecular demonstraram

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

que existem sete grupos evolutivos. A maioria dos sorovares que infectam humanos são classificados no grupo I e raros no IIIa e IIIb. A *Salmonella enterica* é dividida em várias subespécies e sorotipos importantes com base na composição antigênica com relação aos antígenos O (somático), Vi (capsular) e H (flagelar).

Baseado na nomenclatura atual, os nomes dos sorotipos de *Salmonella*

da subespécie *enterica* não são mais escritos em itálico e aparecem com a primeira letra maiúscula (ex.: *Salmonella Typhi*). Os sorotipos das outras subespécies de *Salmonella enterica* e aqueles de *Salmonella bongori* são designadas apenas por sua fórmula antigênica (NOGUEIRA, 2009 apud SANTOS, 2017).

A *Salmonella Typhi* causa a febre tifoide e é a mais importante das salmonelas causadoras de febres entéricas. Caracterizada por febre contínua e grave hemorragia intestinal a febre tifoide, se não for tratada, pode ser fatal. O diagnóstico compreende o isolamento do agente nas fezes ou sangue do paciente e também sorologia diante do antígeno em questão. De um modo geral, os demais sorotipos de *Salmonella* causam no adulto normal apenas uma enterocolite que geralmente é de origem alimentar. Mas, em crianças, podem invadir a corrente sanguínea (ex.: *Salmonella Typhimurium*), provocando infecção em outros órgãos (NOGUEIRA, et al. 2009).

Yersinia

Bastonetes pequenos, considerados por muitos autores como cocabacilos, trata-se de um gênero facultativo, que compreende várias espécies. Sendo as espécies *pestis*, *enterocolitica* e *pseudotuberculosis* as principais envolvidas nas infecções humanas (NOGUEIRA, et al. 2009).

Yersinia pestis

Agente etiológico da peste (zoonose). Tem como seu reservatório, roedores silvestres e domésticos. Sua principal via de transmissão ocorre pela picada de pulgas infectadas (peste bubônica), mas também pode ser transmitida pessoa-a-pessoa, via inalação direta de aerossóis de pessoa infectada nos

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

pulmões (peste pneumônica), podendo ou não ter proliferação sistêmica (septicêmica). É um microrganismo considerado de alta letalidade (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Yersinia enterocolitica

Pode causar diferentes doenças no homem, como conjuntivite e osteomielites, mas tem na infecção intestinal sua síndrome mais comum e importante, caracterizada por febre e dor abdominal. Apresenta, algumas vezes, quadro semelhante a apendicite aguda, decorrente de intensa inflamação do íleo terminal e gânglios mesentéricos (enterocolite). Em casos de debilitados, a bactéria pode ter disseminação sistêmica, levando o paciente após a cura da infecção intestinal a artrite e outras complicações (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Outras Enterobacteriaceae

Como já foi dito anteriormente, este grupo possui diversos gêneros bacterianos, sendo muito difícil descrever todos em apenas um tópico. Entre aqueles considerados de média importância, que fazem parte da microbiota humana, mas que eventualmente apresentam-se como oportunistas, podemos citar os gêneros: *Klebsiella*, *Edwardsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella* e *Providência* (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Vibrio

O gênero *Vibrio*, pertence à família Vibrionaceae, é constituído de bacilos Gram-negativos que diferem de outros bastonetes pela sua morfologia, lembrando uma vírgula. Crescem melhor em meios alcalinos, com comprimento aproximado de 2 a 4µm. Este gênero compreende várias espécies, sendo a mais importante o *Vibrio cholerae*, responsável pela cólera. Outra espécie bastante importante é o *Vibrio parahaemolyticus*, que possui papel bastante definido nas toxinfecções alimentares (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Vibrio cholerae

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Bactéria causadora da cólera, doença sem febre ou cólicas, caracterizada por náuseas, vômitos e diarreia profusa, que pode levar em pouco tempo à morte por desidratação, requerendo reidratação contínua do paciente.

Esta patologia ocorre geralmente onde não há higiene, já que é proveniente da ingestão de bactérias contidas na água ou alimentos contaminados por fezes. Seu período de incubação varia de 2 a 3 dias, e a diarreia pode levar até 7 dias. Já causou diversas pandemias e hoje se apresenta sob forma endêmica, em vários locais da terra (NOGUEIRA, 2009 apud MORAIS, 2016).

O diagnóstico se baseia na coprocultura inicial em água peptonada alcalina (APA) e posterior isolamento em meio de cultura próprio (TCBS), seguido de bioquímica e sorologia.

Pseudomonas

Pertencente à família Pseudomonadaceae, compreende várias espécies, com aproximadamente 25 destas com alguma implicação humana, o grupo se divide em diferentes gêneros, sendo que o gênero *Pseudomonas* tornou-se bastante conhecido, através do isolamento hospitalar constante de uma de suas espécies (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

Pseudomonas aeruginosa

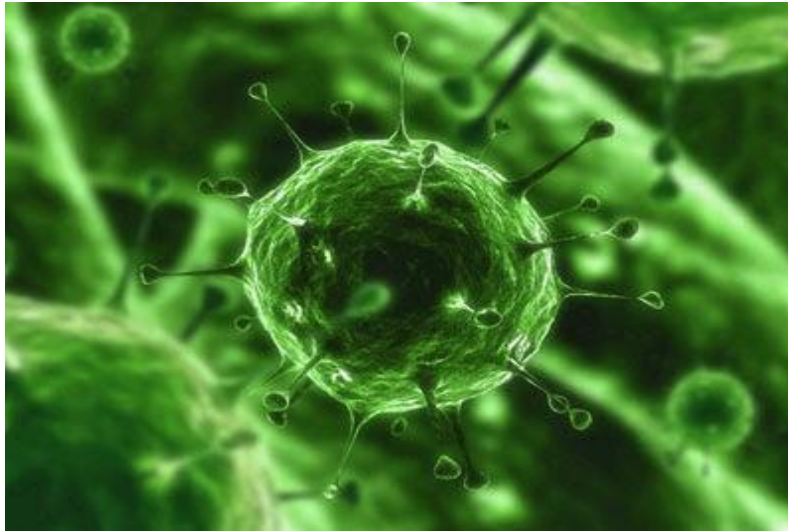
Encontrada em pelo menos 70% dos casos de infecção por *Pseudomonas*, é um patógeno tipicamente oportunista, podendo causar várias doenças, principalmente em imunodeprimidos. Sua patogenia engloba desde infecções localizadas (processos cirúrgicos ou queimados) até septicemias severas. Atualmente, é considerado um patógeno alerta em infecções nosocomiais, devido a sua característica de manutenção em locais úmidos e elevada resistência a muitos antibióticos e antissépticos, sendo possível sua transmissão nestes ambientes hospitalares, por desinfetantes, respiradores, cateteres, alimentos, etc.

Podendo ser isolada facilmente pela cultura, a diferenciação é feita com base em provas bioquímicas (não fermenta glicose e é oxidase positiva) e na

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

capacidade de algumas cepas produzirem um pigmento azul-esverdeado chamado piocianina (NOGUEIRA, *et al.* 2009).

6 VIROLOGIA



Fonte:biomedicinaonline.com

Existem muitas controvérsias na comunidade científica a respeito do vírus ser ou não um ser vivo. Muitos autores consideram que a vida se originou do RNA, pois, a partir desta molécula são formadas novas quantidades dela mesma. Em 1960, o físico alemão Manfred Eigen, ganhador de um prêmio Nobel, descobriu que era possível a replicação de RNA in vitro. O RNA, portanto, tornou-se um grande candidato a condição de supermolécula da vida primitiva, capaz de se replicar e sofrer mutações, albergando genes codificadores de enzimas e outras proteínas (STEPHENS, *et al* 2009).

Uma das hipóteses da origem do vírus, denominada Teoria dos Elementos Subcelulares, é de que o vírus seria proveniente de uma molécula de RNA. Uma outra hipótese defende que o vírus teria se originado de seres unicelulares de vida livre que, por uma perda progressiva de propriedades celulares, criou uma dependência, tornando-o um parasita intracelular obrigatório (STEPHENS, *et al* 2009 apud SANTOS, 2018).

Os que defendem que o vírus não é um ser vivo partem do princípio de que ele não tem vida livre, pois sua replicação só é possível dentro de uma célula viva. Além disso, alguns desses agentes possuem a capacidade de se cristalizar

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

quando submetido a situações adversas. Entretanto, os que o classificam como ser vivo se apoiam em duas características. A primeira se refere a sua capacidade de replicação que os diferem de outros agentes, tais como as toxinas bacterianas; e a segunda, a presença de uma estrutura protetora de seu material genético, ausente nos plasmídeos (molécula de DNA circular). Apesar de terem a capacidade de se replicar, os vírus não possuem um aparato enzimático suficiente para a replicação, necessitando, assim, da maquinaria celular para completar o seu ciclo replicativo, o que o torna um parasita intracelular obrigatório. Sua fragilidade aparente, por ser estritamente dependente da célula, é descartada pela capacidade de controle e redirecionamento do metabolismo celular para o seu próprio benefício. Apesar da baixa complexidade estrutural, pode causar grandes danos a célula hospedeira, mesmo apresentando morfologicamente apenas o material genético, um capsídeo e, em alguns vírus, um envelope (STEPHENS, *et al* 2009).

Algumas propriedades distinguem os vírus de outros microrganismos. A primeira está relacionada ao seu tamanho, o qual pode variar de 10 a 300 nm. Dessa forma, são considerados os menores microrganismos existentes, podendo ser visualizados apenas através da microscopia eletrônica. Para fins de comparação, lembramos que as bactérias e as hemácias possuem, em média, 10 a 15 vezes o tamanho dos vírus, o que possibilita a identificação destes por meio da microscopia ótica (STEPHENS, *et al* 2009).

A segunda propriedade se refere ao genoma viral, que pode ser DNA ou RNA, com exceção do *Mimivirus* (família: Mimiviridae), o qual apresenta em seu genoma os dois ácidos nucleicos (DNA e RNA), descoberto em 2003, por pesquisadores da Universidade Méditerranée, em Marseille, França (LA SCOLA *et al.*, 2003 apud STEPHENS, 2009).

Segundo autor citado, o ácido nucleico contém os genes responsáveis pelas informações genéticas para a codificação de proteínas com composição química bem definida, capazes de induzir respostas imunológicas específicas. Esta especificidade é uma das características virais, ou seja, quando somos acometidos por uma infecção viral, o nosso sistema imune produz anticorpos específicos, que podem ser identificados através do diagnóstico sorológico.

O mecanismo de replicação viral favorece as frequentes mutações, burlando, assim, o sistema imune. Outra importante propriedade dos vírus é a

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

sua natureza particulada, já que ele é capaz de se replicar, formando seus componentes separadamente, sendo o ácido nucleico uma das primeiras moléculas a ser formada. Como mencionado anteriormente, o vírus precisa necessariamente de uma célula viva para realizar seu ciclo. Dessa forma, tratam-se de parasitas estritos, não possuindo atividade metabólica fora das células hospedeiras. Estas células podem ser de animais, vegetais ou microrganismos. As propriedades físico-químicas dos vírus os tornam capazes de infectar o organismo através de receptores de membrana específicos, presentes nas células hospedeira (STEPHENS, *et al* 2009).

Ainda de acordo com Stephens (2009) o fato de o vírus apresentar tropismo celular vai influenciar no tipo de doença causada. Por exemplo, um vírus que possui afinidade por células do sistema imune compromete a sua função. Assim, a interação vírus-hospedeiro é a chave de muitos aspectos das doenças virais, tanto da transmissão quanto da capacidade de o vírus de se sobrepor as defesas do hospedeiro. Uma resposta imune exacerbada do hospedeiro pode, também, contribuir para causar maiores danos, agravando a enfermidade.

6.1 Ciclo viral

A replicação viral, que ocorre no interior da célula do hospedeiro, evolui seguindo as etapas de adsorção, penetração, desnudamento, transcrição e tradução (síntese), maturação e liberação (STEPHENS, *et al* 2009). Etapas citadas abaixo segundo autor.

Adsorção

A ligação de uma molécula presente na superfície da partícula viral com os receptores específicos da membrana celular do hospedeiro. Nos vírus envelopados, as estruturas de ligação geralmente se apresentam sob a forma de espículas, como nos *Paramyxovírus* e nos vírus sem envelope. A ligação célula-vírus geralmente está relacionada a um ou grupo de polipeptídeo estruturais, como acontece nos Papilomavírus.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

A presença ou ausência de receptores celulares determina o tropismo viral, ou seja, o tipo de células em que são capazes de ser replicados. Para haver a adsorção, é necessária uma ponte entre as proteínas mediadas por íons livres de cálcio e magnésio, uma vez que as proteínas apresentam carga negativa. Outros fatores vão influenciar diretamente na adsorção do vírus na membrana celular, tais como, temperatura, pH e envoltórios com glicoproteínas (STEPHENS, 2009 apud SANTOS, 2018).

Penetração

A entrada do vírus nas células. Esta pode ser feita de duas maneiras: fusão e viropexia. A fusão é quando a membrana celular e o envelope do vírus se fundem, permitindo a entrada deste no citosol da célula. No caso da família Paramixoviridae, a proteína F catalisa a ligação da membrana com o envelope. A viropexia é uma invaginação da membrana celular mediada por receptores e por proteínas, denominadas clatrininas, que revestem a membrana internamente. Nos dois mecanismos existe uma dependência em relação a temperatura adequada, que fica em torno de 37°C, em vírus que replicam em células de vertebrado.

Desnudamento

Neste processo, o capsídeo é removido pela ação de enzimas celulares existentes nos lisossomos, expondo o genoma viral. Além disso, se observa a fase de eclipse, onde não há aumento do número de partículas infecciosas na célula hospedeira. De uma maneira geral, o vírus que possui como ácido nucleico o DNA faz síntese no núcleo, com exceção do Poxvírus, uma vez que precisa da enzima polimerase, encontrada no núcleo da célula. O vírus que possui como genoma o RNA faz a síntese viral no citoplasma, com exceção do vírus Influenza, pois já possui a enzima polimerase.

Síntese viral

A síntese viral compreende a formação das proteínas estruturais e não estruturais a partir dos processos de transcrição e tradução. Os vírus foram agrupados em sete classes propostas por Baltimore em 1971, de acordo com as

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

características do ácido nucleico e as estratégias de replicação. Nos vírus inseridos nas classes I, III, IV e V, o processo de tradução do RNA mensageiro ocorre no citoplasma da célula hospedeira. Já nos vírus da classe II, este processo ocorre no núcleo. Em todas estas classes, o RNA mensageiro sintetizado vai se ligar aos ribossomas, codificando a síntese das proteínas virais.

As primeiras proteínas a serem sintetizadas são chamadas de estruturais, pois vão formar a partícula viral. As tardias são as proteínas não estruturais, que participam do processo de replicação viral. Na classe VI, os vírus de RNA realizam a transcrição reversa formando o DNA complementar (RNA/DNA/RNA), devido a presença da enzima transcriptase reversa (família Retroviridae). Os vírus da classe VII apresentam um RNA intermediário de fita simples, maior do que o DNA de cadeia dupla que o originou (DNA/RNA/DNA). Abaixo estão descritas as características principais de cada classe (STEPHENS, *et al* 2009).

- Classe I: Ocorre no citoplasma, independente do genoma celular, que é bloqueado.
- Classe II: É realizada no núcleo, simultaneamente a síntese do genoma celular.
- Classe III: Processa-se no citoplasma; sendo, no início, apenas umas das fitas do ácido nucleico copiada.
- Classe IV: Ocorre no citoplasma, por meio de um processo complexo, ainda pouco esclarecido.
- Classe V: A fita simples de RNA serve de molde para a formação de genoma viral e síntese de RNA mensageiro.
- Classe VI: Pertence a essa classe a família Retroviridae, que possui uma enzima chamada Transcriptase Reversa, responsável pela síntese de DNA a partir de RNA.
- Classe VII: Tem como exemplo a família Hepadnaviridae, cuja característica principal é a formação de um RNA intermediário.

Montagem e Maturação

Nessa fase, as proteínas vão se agregando ao genoma, formando o nucleocapsídeo. Alguns vírus, como o Rotavírus, apresentam mais de um

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

capsídeo. A maturação consiste na formação das partículas virais completas, ou vírions, que, em alguns casos, requerem a obtenção do envoltório lipídico ou envelope. Este processo, dependente de enzimas tanto do vírus quanto da célula hospedeira, podendo ocorrer no citoplasma ou no núcleo da célula. De uma forma geral, os vírus que possuem genoma constituído de DNA condensam as suas partes no núcleo, enquanto os de RNA, no citoplasma.

Liberação

A saída do vírus da célula pode ocorrer por lise celular ou brotamento. Na lise celular (ciclo lítico), a quantidade de vírus produzida no interior da célula é tão grande que a célula se rompe, liberando novas partículas virais que vão entrar em outras células. Geralmente, os vírus não envelopados realizam este ciclo, ao passo que os envelopados saem da célula por brotamento. Neste caso, os nucleocapsídeos migram para a face interna da membrana celular e saem por brotamento, levando parte da membrana.

Patogênese da infecção viral A doença viral ocorre em consequência da infecção viral em um hospedeiro, o qual pode apresentar ou não sinais e sintomas clínicos. Em muitos casos, a infecção viral não é capaz de causar alterações clínicas visíveis no indivíduo (STEPHENS, 2009 apud SANTOS, 2018).

Os diferentes sinais e sintomas da doença viral observados em um hospedeiro são determinados por característica específicas do agente, e também do hospedeiro, as quais são influenciadas por fatores genéticos de ambos. A patogênese viral refere-se a interação de fatores virais e do hospedeiro, que levam a produção de doença. Um vírus patogênico tem que ser capaz de infectar e causar sinais da doença em um hospedeiro suscetível. No processo da patogênese viral podemos observar doenças mais severas ou mais brandas. Isso ocorre devido a existência de cepas virais mais ou menos virulentas, ou as diferentes respostas imunológicas do hospedeiro (STEPHENS, *et al.* 2009).

As respostas das células dos hospedeiros susceptíveis as infecções virais podem ocorrer através de três caminhos diferentes: ausência de alterações aparentes, efeito citopático (CPE) seguido de morte e transformação celular

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

(crescimento alterado). Em relação aos padrões de doenças virais no hospedeiro, as infecções podem se apresentar das seguintes formas: localizada ou disseminada, sintomática ou inaparente, aguda ou crônica.

Segundo autor citado a persistência de um agente viral, sem que o hospedeiro manifeste sintomas clínicos específicos, caracteriza o período de latência. Isso é, infecção inaparente ou subclínica. Entretanto, quando observamos alterações clínicas no hospedeiro, chamamos de infecção sintomática ou aparente. Algumas infecções virais podem causar o que chamamos de síndrome, que consiste em um grupo de sinais e sintomas específicos, caracterizando uma determinada infecção. Sendo assim, podemos considerar que um mesmo vírus pode causar sintomas clínicos diferentes. Além disso, também é possível que diferentes vírus possam causar os mesmos sintomas (Tabela).

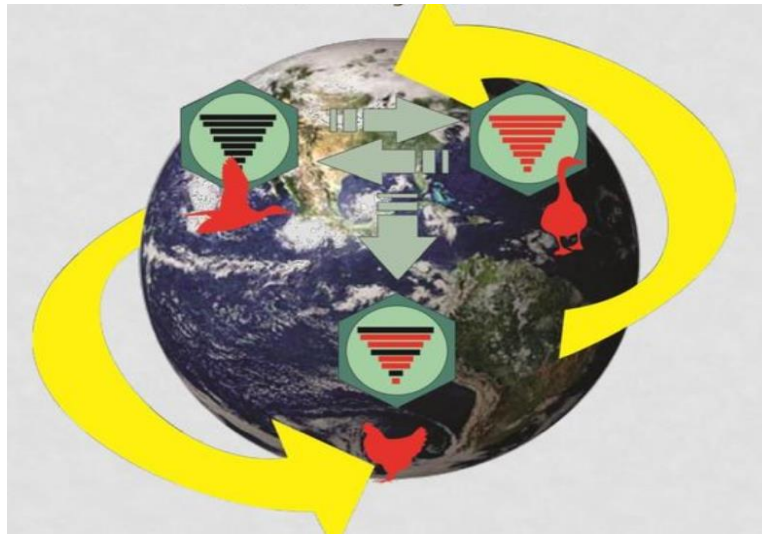
Correlação entre alguns sintomas clínicos da via respiratória e o agente viral

SÍNDROMES	PRINCIPAIS SINTOMAS	CAUSAS VIRAIS MAIS COMUNS - LACTANTES	CAUSAS VIRAIS MAIS COMUNS - CRIANÇAS	CAUSAS VIRAIS MAIS COMUNS - ADULTOS
Laringite/gripe	Rouquidão, tosse .de cachorro.	Parainfluenza, Influenza	Parainfluenza, Influenza	Parainfluenza, Influenza
Traqueobronquite	Tosse	Parainfluenza, Influenza	Parainfluenza, Influenza	Influenza, Adenovírus
Bronquiolite	Tosse, dispneia	Vírus sincicial respiratório, Parainfluenza	Raro	Raro
Faringite	Faringite	Adenovírus, Herpes simples	Adenovírus, Vírus Cocksackie	Adenovírus, Vírus Cocksackie
Pneumonia	Tosse, dor torácica	Vírus sincicial respiratório, Influenza	Influenza, Parainfluenza	Influenza, Adenovírus
Resfriado comum	Obstrução nasal, secreção nasal	Rinovírus, Adenovírus	Rinovírus, Adenovírus	Rinovírus, Coronavírus

Fonte: STEPHENS, et al 2009

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

7 EPIDEMIOLOGIA DAS INFECÇÕES VIRAIS



Fonte: ufrgs.br.

A epidemiologia viral consiste na relação entre o agente viral e o meio ambiente, ou meio externo. Nesta interação, a maioria dos vírus não é viável no ambiente por longos períodos. Dessa forma, a transmissão de um vírus pode ser inviável devido a sua inativação no ambiente. A epidemiologia é a ciência que estuda as doenças em uma determinada população. Além disso, investiga os fatores envolvidos na manutenção e transmissão das infecções, sua dinâmica e distribuição (STEPHENS, *et al* 2009).

A complexidade dessas interações é bastante variável e pode envolver várias espécies. Algumas infecções virais se mantêm em uma população através de uma cadeia de sucessivas infecções agudas entre o hospedeiro de uma única espécie animal. Mas existem vírus que são capazes de infectar várias espécies de hospedeiros (STEPHENS, 2009 apud LOPES, 2014).

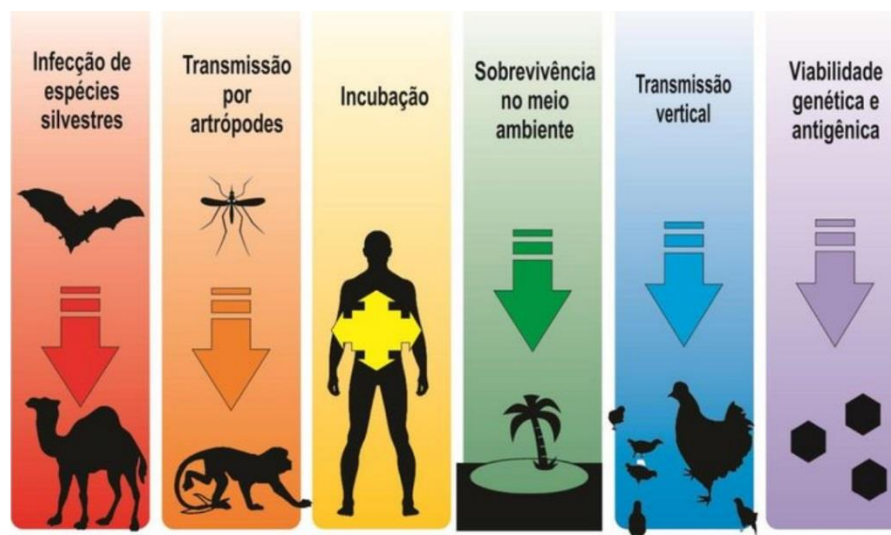
A fonte de infecção (hospedeiro ou reservatório) é qualquer vertebrado que esteja infectado e seja capaz de transmitir o agente para outros susceptíveis. Esses hospedeiros podem ser classificados como portadores ou doentes. Estes últimos são os que manifestam os sinais clínicos da doença e são considerados epidemiologicamente de menor importância, pois são facilmente reconhecidos e diagnosticados, permitindo a adoção de medidas de controle. Por outro lado, os portadores geralmente são assintomáticos, transmitindo a doença por um maior

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

período, por serem dificilmente identificados. De acordo com Stephens, (2009). indivíduos portadores, podemos classifica-los em:

- a) Portadores ativos. Podem se dividir em permanentes ou temporários. Os permanentes excretam os vírus continuamente, como, por exemplo, os animais infectados com o vírus da diarreia bovina (BVDV); e os temporários excretam o agente apenas por determinados períodos.
- b) Portadores prodúricos ou em período de incubação. Estes portadores, além de disseminarem o vírus no ambiente ou a outros hospedeiros susceptíveis, podem continuar disseminando o vírus após a resolução da doença clínica.

7.1 Mecanismos de Transmissão



Fonte: ufrgs.br

Para a entrada do vírus na célula, este deve, inicialmente, se adsorver ou se ligar a receptores existentes na superfície das células do hospedeiro e, a partir daí penetrar. A maioria dos vírus entra no hospedeiro através das mucosas dos tratos respiratório e gastrointestinal. Alguns vírus invadem o hospedeiro pelas mucosas urogenital e conjuntiva. Nesta primeira, temos como exemplo o vírus da imunodeficiência humana (HIV). Alguns vírus são introduzidos no hospedeiro diretamente através do sangue, como é o caso dos vírus da hepatite B e o próprio HIV (STEPHENS, *et al* 2009).

Mucosa

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Trato respiratório

O trato respiratório é a principal via de entrada do vírus no organismo. Seus mecanismos de defesa compreendem: a presença de células epiteliais ciliadas, muco, anticorpos secretórios da classe A células fagocitárias alveolares, dentre outros. Alguns desses mecanismos auxiliam na remoção de partículas estranhas. Muitas vezes, os vírus ultrapassam essas barreiras, principalmente quando há um imunocomprometimento. Inicialmente, esses agentes se replicam nas células epiteliais, produzindo uma infecção localizada, podendo ser disseminada, rapidamente, com o auxílio dos fluídos locais (STEPHENS, *et al* 2009).

A infecção localizada não está, necessariamente, relacionada a uma doença mais amena, pois, em muitos casos, grandes áreas do trato respiratório podem estar acometidas, causando uma enfermidade severa (STEPHENS, 2009 apud LOPES, 2014).

A exceção das partículas virais, por esta via para o ambiente, favorece a rápida disseminação viral entre os indivíduos.

- Exemplos dos vírus que causam infecção localizada no trato respiratório: Vírus da influenza, Vírus Parainfluenza, Rinovírus, Vírus Respiratório Sincial e Adenovírus.

- Exemplos de vírus que infectam através do trato respiratório e causam infecção disseminada: Vírus da Caxumba, Vírus do Sarampo e Vírus da Rubéola.

Trato gastrointestinal

Nesta via a infecção é dada principalmente pela ingestão de alimentos ou água contaminados, podendo ocorrer também pelo compartilhamento de talheres e copos utilizados por pessoas infectadas. A via de entrada é a orofaringe, onde esses agentes se concentram ou são transportados para o trato gastrointestinal. Já a excreção viral é feita pelas fezes, completando o ciclo oral-fecal (STEPHENS, *et al* 2009).

O trato gastrointestinal, por sua vez, é protegido contra os agentes infecciosos por imunoglobulinas secretoras (IgA), muco, ácidos gástricos, sais

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

biliares, enzimas proteolíticas, dentre outros. Além desses, o peristaltismo é um importante mecanismo para manter o alimento e o agente em movimento, dificultando o estabelecimento da infecção. Em situações extraordinárias, pode ocorrer o inverso, ou seja, um movimento antiperistáltico, cuja função é a eliminação do microrganismo. Em geral, os vírus que causam infecção intestinal são ácido-bile resistentes. (STEPHENS, *et al* 2009).

- Exemplos dos vírus que causam infecção localizada na boca e orofaringe: Vírus do Herpes Simplex, Vírus Epstein-Barr e Citomegalovírus.
- Exemplos de vírus que infectam o trato gastrointestinal, produzindo enterites: Rotavírus, Vírus Norwalk e Astrovírus.
- Exemplos de vírus que infectam através do trato gastrointestinal e causam infecção disseminada: Vírus da hepatite A, Vírus da Hepatite E e Poliovírus.

Trato geniturinário

O trato geniturinário é uma via de entrada para vários tipos de vírus, principalmente os que utilizam via sexual. A contaminação é dada pelas diversas formas de contato sexual entre indivíduos e por instrumentos cirúrgicos ginecológicos e roupas íntimas contaminadas (fômites). O pH, a microbiota e o muco local constituem uma importante proteção desta via. Assim como nos tratos discutidos anteriormente, o vírus pode se alojar localmente ou disseminar para outras áreas.

- Exemplos dos vírus que causam infecção localizada no trato geniturinário: Vírus do Herpes simplex, Vírus do Papiloma.
- Exemplos de vírus que infectam o trato geniturinário, produzindo infecções sistêmicas: Citomegalovírus, vírus de Hepatite B e C e HIV (STEPHENS, *et al* 2009).

Conjuntiva

De acordo com autor citado o acometimento da conjuntiva pode se dar por infecção dos olhos pelas mãos ou objetos contaminados. Pode ser causada, na maior parte das vezes, por um Adenovírus, que normalmente causa o

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

resfriado comum, permitindo a transmissão por gotículas de tosse e por espirros. Embora menos resistente que a pele, a conjuntiva é constantemente lavada pela secreção lacrimal, que funciona como uma barreira bioquímica, contendo principalmente a lisozima IgA secretória. A conjuntiva é ainda protegida fisicamente pelos cílios e movimentos das pálpebras, os quais auxiliam na manutenção da lubrificação dos olhos.

- Exemplos dos vírus que infectam por meio da conjuntiva: Enterovírus e Adenovírus.

Pele

O autor ainda afirma que a pele é uma porta de entrada de vários agentes microbianos. Apesar de a picada dos artrópodes e a contaminação via sanguínea terem como primeiro acesso a pele, optamos por separá-los deste item para uma melhor compreensão do ciclo de transmissão viral.

A infecção da pele é possível através do contato direto com lesões de pessoas infectadas, mordida de animais vertebrados, objetos contaminados (ex: alicates) e a presença de solução de continuidade, permitindo a penetração do vírus. Sua proteção se deve ao epitélio estratificado da pele, pH, ácidos graxos (gordura), secreções (suor), e os pelos que revestem a epiderme (STEPHENS, 2009 apud LOPES, 2014).

- Exemplos dos vírus que causam lesões cutâneas localizadas: Papilomavírus, Poxvírus.
- Exemplos de vírus transmitido por mordida de animal: vírus da Raiva (Rhabdovírus).

Sangue

A infecção do sangue pode ocorrer por meio de compartilhamento de seringas, transfusão sanguínea e transplante de órgãos. A proteção desta via, além da pele e da mucosa (porta de entrada), é o próprio sistema imunitário, já que envolve componentes sanguíneos (células, sistema complemento, imunoglobulinas, etc.) para o combate da infecção. Esta defesa pode ser burlada pelos vírus, através dos mecanismos de escape ou mesmo pelo fato de alguns vírus possuírem tropismo por células do sistema imune.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

- Exemplos de vírus transmitidos por via iatrogênica (agulhas, material cirúrgico): HIV, vírus da Hepatite B e C (STEPHENS, *et al* 2009).

Vetores

Alguns vírus, denominados Arbovírus, são transmitidos estritamente por vetores, como os mosquitos, os quais têm o papel de carrear-los e transmiti-los, através da picada, para os hospedeiros vertebrados. Esses agentes são armazenados, podendo se replicar no interior dos artrópodes sem causar danos a estes.

- Exemplos de vírus transmitidos por artrópodes: vírus da dengue e da febre amarela (STEPHENS, *et al* 2009).

Transmissão Vertical

Esta transmissão ocorre da mãe para o filho e pode ser, via placenta ou congênita, no momento do parto ou perinatal, ou ainda pela exposição pós-parto, via amamentação.

Como barreiras de proteção, a mãe passa para seu filho, por via placentária, imunoglobulinas IgG e pela amamentação, em especial no colostro, IgA. O feto e o recém-nascido, por sua vez, produzem a IgM em resposta a uma infecção.

- Exemplos de vírus transmitido por via placentária: vírus da rubéola e citomegalovírus (STEPHENS, *et al* 2009).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

8 MICOLOGIA



Fonte: iestudar.com

Os fungos são organismos que convivem conosco todos os dias. Estes organismos são encontrados praticamente em qualquer local do ambiente que nos cerca, inclusive no ar, onde estruturas reprodutivas, na forma de esporos ou conídios, estão prontas para, ao cair em um substrato adequado, desenvolver novas estruturas vegetativas e reprodutivas (MORAES, *et al.* 2009).

De acordo com o autor estes organismos, muitas vezes, nos são úteis, decompondo resíduos orgânicos, causando a decomposição ou a degradação de alimentos, ou mesmo atacando seres vivos, parasitando-os e, eventualmente, causando a sua morte.

Os fungos são importantes, tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico. Ecologicamente, são considerados os lixeiros do mundo, pois degradam todo tipo de restos orgânicos, independente da origem, transformando-os em elementos assimiláveis pelas plantas. Já, economicamente, têm implicações em várias áreas: Medicina humana e veterinária, Farmácia, Nutrição, Fitopatologia, Agricultura, Biotecnologia, entre outras (MORAES, *et al.* 2009 apud SANTOS, 2012).

A Micologia é, portanto, a área da Biologia destinada ao estudo dos fungos.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

8.1 Citologia dos fungos

Os fungos são organismos eucariontes, unicelulares (leveduriformes) ou multicelulares (filamentosos), haploides (homo ou heterocarióticos), com parede celular contendo quitina e α -glucano. Não apresentam plastos ou pigmentos fotossintéticos. Todos os fungos conhecidos, com poucas exceções, têm origem nos esporos (reprodução sexuada) ou conídios (reprodução assexuada), corpúsculos que podem ser comparados às sementes das plantas superiores, embora não sejam morfologicamente semelhantes a estas (MORAES, *et al.* 2009).



Fonte: brainly.com

Os esporos ou conídios, para germinarem, necessitam de calor e umidade e o resultado desta germinação é a formação de um ou mais filamentos finos, conhecidos como tubos germinativos. Estes tubos se ramificam em todos os sentidos formando uma massa filamentosa, chamada micélio, que constitui o sistema vegetativo, responsável pelo desenvolvimento fúngico e pela absorção dos alimentos. Os filamentos simples ou ramificados que formam o micélio são denominadas hifas. Na maioria dos casos, o sistema vegetativo encontra-se no interior dos tecidos parasitados, no solo ou na matéria orgânica em decomposição (MORAES, *et al.* 2009).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Com a formação dos esporos ou conídios é necessário que estes tenham acesso livre ao ar, para assegurar sua disseminação. Realiza-se, então, uma diferenciação das hifas vegetativas, geralmente levantadas verticalmente sobre o plano do micélio, conhecido como esporóforo ou conidióforo, e sobre estes se originam os esporos ou conídios. As hifas, por sua vez, podem ser apocíticas (com septo) ou cenocíticas (sem septo) (MORAES, *et al.* 2009).

O ciclo de vida dos fungos segundo autor citado compreende duas fases. Uma somática, caracterizada por atividades alimentares, e outra reprodutiva, onde os fungos podem realizar reprodução sexuada ou assexuada. Em ambos os casos, um grande número de estruturas é formado, dependendo da espécie. As estruturas assexuadas, como também as sexuadas, podem ser formadas isoladamente ou em grupos, neste caso, formando corpos de frutificação.

Assim, segundo Moraes (2009), conídios podem ser formados em conidióforos isolados ou agrupados, constituindo então os conidiomas. Os esporos podem ser formados em ascomas (onde são formados os ascos) ou basidiomas (onde são formados os basídios).

De acordo com tipo de reprodução realizada, os fungos podem ser divididos em três grupos segundo Moraes (2009):

. Holomorfo: aquele que no ciclo de vida realiza ambas as reproduções, sexuada e assexuada.

- Anamorfo: aquele que no ciclo de vida realiza apenas a reprodução assexuada.
- Teleomorfo: aquele que no ciclo de vida realiza apenas a reprodução sexuada.

8.2 Nutrição e metabolismo

Fungos são seres heterotróficos, necessitando de materiais orgânicos já formados, que são utilizados como fonte de energia e como constituintes celulares.

Por causa da rigidez da parede celular, sua nutrição é por absorção de nutrientes solúveis simples. Realizam respiração celular ou

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

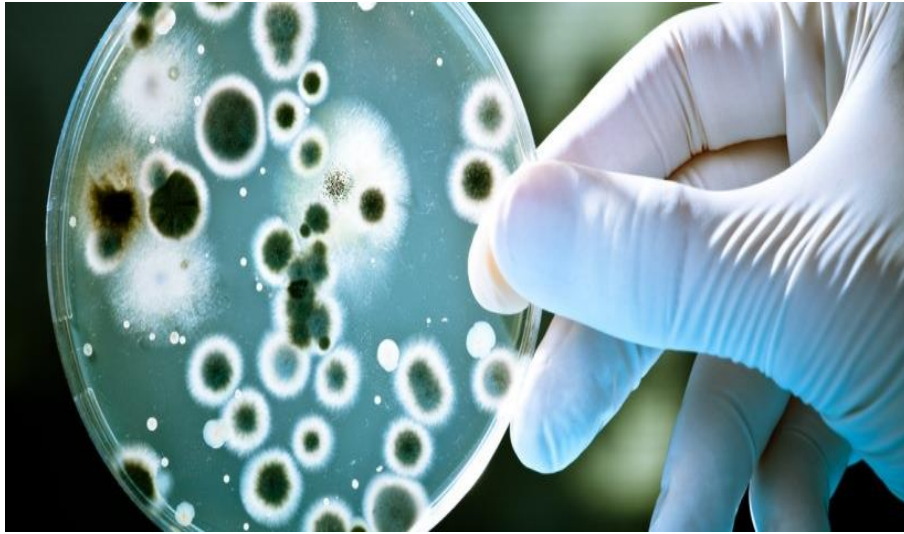
fermentação para obtenção de energia, e sua reserva energética é sob a forma de glicogênio (MORAES, 2009 apud SANTOS, 2012).

Devido à ausência de clorofila nos fungos, torna-se necessário que o substrato forneça as substâncias já elaboradas indispensáveis à alimentação, obrigando os fungos a viverem em estado de saprofitismo, parasitismo, simbiose (líquens, por exemplo) ou mutualismo. Segundo Moraes (2009) eles podem ser subdivididos em:

- Saprófitas obrigatórios: Fungos que vivem exclusivamente em matéria orgânica morta, não podendo parasitar organismos vivos.
- Parasitas facultativos ou saprófitos facultativos. Fungos capazes de causar doenças ou de viver em restos orgânicos, de acordo com as circunstâncias.
- Parasitas obrigatórios. Fungos que vivem exclusivamente atacando organismos vivos.

Os fungos são considerados seres cosmopolitas, pois estão presentes em qualquer parte do planeta. Sendo amplamente distribuídos pela natureza, são encontrados na água, no ar atmosférico, no solo, sobre os animais e vegetais vivos, na matéria orgânica em decomposição, nos produtos alimentícios e industriais (MORAES, *et al.* 2009).

A maioria dos fungos têm como necessidades nutricionais, os elementos C, O, H, N, P, K, Mg, S, B, Mn, Cu, Mo, Fe e Zn. Muitas espécies não necessitam de luz para seu desenvolvimento, já outras necessitam para formar suas estruturas de reprodução, podendo ser consideradas fototróficas (que buscam a luz). A temperatura ideal para o crescimento dos fungos fica entre 0 a 35°C, mas o ótimo para a maioria fica entre 20 a 30°C e a umidade ideal fica em torno da saturação (MORAES, *et al.* 2009).



Fonte: amazonia.fiocruz

A Micologia médica tem como principal objetivo estabelecer o diagnóstico micológico das infecções por fungos, que por sua vez se baseia em correta coleta e processamento de espécimes clínicos. A observação das normas de preservação, e transporte adequados dos materiais clínicos até os locais de processamento, como laboratório de Microbiologia/Micologia também tem enorme importância para a obtenção de resultados acurados (MORAES, *et al.* 2009).

9.1 Micoses superficiais e cutâneas

Segundo autor citado as micoses superficiais são infecções causadas por fungos que invadem as camadas mais superficiais da capa córnea da pele ou a haste livre dos pelos. As lesões se manifestam como mancha pigmentar na pele, nódulo ou pelos. A forma invasiva do fungo é uma hifa, característica de cada micose.

A piedra negra é uma micose causada pela *Piedraia hortae*. Esta micose

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

consiste em nódulos duros, de cor escura, localizados na haste dos pelos e bastante aderentes a eles. Em parasitismo, o fungo se apresenta como um emaranhado de hifas intimamente unidas. Essas hifas são de cor castanha e têm parede e septos espessos. Os nódulos constituem, na verdade, um ascostroma, pois em meio ao enovelado de hifas formam-se lóculos ovalados contendo oito ascósporos. Já a piedra branca é causada por leveduras do gênero *Trichosporon*. Nesta infecção o fungo cresce sobre a haste dos pelos, formando nódulos de hifas hialinas septadas e ramificadas, facilmente destacáveis dos pelos, que podem se desarticular, resultando em artroconídios retangulares que se tornam esferóides ou poliédricos (MORAES, *et al.* 2009).

Leveduras do gênero *Malassezia* são os agentes da pitiríase versicolor. Esses fungos vivem normalmente sobre a pele do homem, na forma de levedura. Usualmente podem filamentar e invadir as células queratinizadas das camadas superficiais da pele, determinando a micose. A doença se manifesta como manchas descamativas distribuídas pelo tórax, abdome e membros superiores (MORAES, *et al.* 2009).

Ao contrário do que muitos pensam, a micose não é adquirida na praia; o que ocorre é que quando o doente se bronzeia, os locais da pele onde o fungo está em parasitismo não se queimam, permitindo que as lesões possam ser visualizadas com maior facilidade. O diagnóstico definitivo se dá somente pelo exame direto através da observação de hifas curtas e curvas e elementos redondos (MORAES, 2009 apud FILHO, 2009).

As micoses cutâneas se caracterizam por serem causadas por fungos que invadem toda a espessura da capa córnea da pele ou a parte queratinizada intrafolicular dos pelos ou a lâmina ungueal. Na pele, as lesões se manifestam como mancha inflamatória, nos pelos como lesão de tonsura e na unha por destruição da lâmina ungueal. O contágio é feito através de animais, homens ou de solo infectado (MORAES, *et al.* 2009).

As dermatofitoses constituem manifestações clínicas muito variadas causadas por um grupo de fungos, denominados dermatófitos, que produzem lesões na pele, pelos ou unhas. Os fungos dermatófitos degradam queratina e pertencem aos gêneros *Epidermophyton*, *Microsporum* e *Trichophyton*. Há reconhecidamente 27 espécies patogênicas para o homem, dentre as quais 15

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

ocorrem no Brasil. Destas, as principais são: *Trichophyton rubrum* (MORAES, et al. 2009).

A candidíase é micose causada por leveduras do gênero *Candida*, em especial pela espécie *Candida albicans*. Elas são hóspedes normais do trato gastrointestinal do homem e fazem parte da microbiota de determinadas regiões do tegumento cutâneo. Porém a candida pode invadir a camada córnea da pele ou a lâmina ungueal de hospedeiros normais. As lesões têm localização peculiar: nas unhas das mãos e nas áreas intertriginosas da pele (região inguinal, espaços interdigitais das mãos, região submamária e axilar). Também é possível ocorrerem lesões nas unhas dos pés (MORAES, et al. 2009).

De acordo com autor citado existem ainda outras micoses de pele e de unha que não são causadas nem por fungos dermatófitos nem por fungos do gênero *Candida*. Dentre esses fungos destacam-se: *Fusarium sp.*, *Scytalidium dimidiatum*, e *S. hyalinum* que podem causar lesões principalmente em unhas e em espaços interdigitais dos pés. Em cultivo, *S. dimidiatum* se apresenta como colônia cotonosa, branca no início tornando-se cinza a negra em dez dias. Microscopicamente, se compõe de hifas demáceas e hialinas, com artroconídios septados e não septados. *S. hyalinum* é considerado um mutante de *S. dimidiatum* incapaz de sintetizar melanina e, com isso, as hifas e os conídios são sempre hialinos.

As culturas de *Fusarium sp.* podem ser as mais variadas possíveis, quanto à macroscopia. Esta dependerá da espécie que causa a lesão. Porém, microscopicamente, o que caracteriza *Fusarium sp.* é a presença de macroconídios em forma de lua, bi ou trisseptados (MORAES, et al. 2009).

Micoses subcutâneas

As micoses subcutâneas segundo Moraes (2009) se caracterizam por resultar da inoculação de um fungo patogênico por ocasião de um traumatismo, manifestando-se como tumefação ou lesão supurada da pele ou do tecido subcutâneo, produto da disseminação do fungo por contiguidade ou por via linfática, porém limitada ao território aquém do linfonodo regional.

A esporotricose tem como agente *Sporothrix schenckii*. Esse é um fungo dimórfico, logo, muda entre as formas miceliana e leveduriforme,

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

de acordo com a temperatura e as condições do ambiente onde se encontra (MORAES, 2009 apud SILVA, 2017).

A transmissão clássica da esporotricose se dá por traumatismo causado por vegetais onde o fungo se encontra ou pela forma zoofílica, ou seja, através de lesões provocadas por animais infectados por *S. schenckii*, em especial gatos, como vêm ocorrendo no estado do Rio de Janeiro, que é uma área endêmica de esporotricose (MORAES, 2009 apud SILVA, 2017).

A lesão inicial da esporotricose é uma pápula ou nódulo que surge no ponto da inoculação, usualmente localizado nos membros. Desse local o fungo pode propagar-se por contiguidade, determinando uma lesão circunscrita ou por via linfática, ocasionando o aparecimento de nódulos em número variável sobre o trajeto de um linfático superficial. O diagnóstico definitivo se dá com o isolamento em cultivo do fungo em amostras de pus ou biópsia das lesões. Testes de detecção de IgG e IgM em amostras de soro podem auxiliar no diagnóstico e no acompanhamento terapêutico desta infecção (MORAES, *et al.* 2009).

A cromoblastomicose é uma infecção que se caracteriza pelo aspecto parasitário de seus agentes: o corpo muriforme. Esses são elementos globosos, com parede acastanhada espessa e septados em planos distintos. Podem ser visualizados também elementos não septados e outros com apenas um septo, porém o que caracteriza o corpo muriforme é a presença de septos em planos diferentes. As principais espécies que podem causar cromoblastomicose no ser humano são *Fonsecaea pedrosoi*, *F. compacta*, *Cladophialophora carrionii*, *Phialophora verrucosa*, e *Rhinocladiella aquaspersa*. No Brasil, normalmente, os casos dessa micose são causados por *F. pedrosoi*, após traumatismo com matéria orgânica vegetal (MORAES, *et al.* 2009).

Ainda de acordo com autor micetoma é o nome coletivo de micoses produzidas por algumas espécies de fungos ou de actinomicetos aeróbios, os quais, nos tecidos, se organizam em um agregado de hifas ou filamentos bacterianos, denominados grãos.

Os agentes de micetoma possuem habitat na natureza associado a vegetais, nutrindo-se de outros vegetais em decomposição ou como fitopatógenos. O micetoma eumicótico se distingue do actinomicótico por ser: causado por um fungo, enquanto o actinomicótico é causado por bactérias filamentosas. Os grãos, de tamanho e forma variados, podem ter coloração

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

branco-amarelado, vermelha ou negra. O que caracteriza a cor de um grão é somente o fungo ou actinomiceto agente da doença. Por isso, a cor do grão obtido das lesões do paciente já fornece um indicativo de qual seja o agente do micetoma (MORAES, *et al.* 2009).

As micoses sistêmicas se caracterizam por serem adquiridas por inalação de propágulos fúngicos, sendo, conseqüentemente a lesão primária pulmonar, com tendência à regressão espontânea. O fungo pode se disseminar pelo corpo através do sangue, originando lesões extrapulmonares nos indivíduos. Os agentes de micoses sistêmicas raramente são implantados traumáticamente; quando isso ocorre, determinam uma lesão granulomatosa circunscrita, com ou sem linfangite regional, que regride espontaneamente (MORAES, *et al.* 2009).

Ao invadir os tecidos, os fungos desencadeiam resposta imunológica no hospedeiro, que pode ser evidenciada por reação intradérmica, na qual se verifica a resposta celular dada pelo hospedeiro, por reações de hipersensibilidade tardia e por provas de detecção de anticorpos em amostras de soro (imunodifusão dupla e fixação do complemento), onde é avaliada a resposta humoral. Uma reação intradérmica positiva evidencia que o indivíduo já foi previamente sensibilizado pelo fungo e as provas sorológicas indicam que há anticorpos contra o fungo. Porém, as provas sorológicas podem fornecer resultados falso-positivo e falso-negativo, visto que podem ocorrer reações cruzadas com outros anticorpos na prova aplicada (MORAES, *et al.* 2009).

As provas sorológicas auxiliam no diagnóstico de micoses sistêmicas, mas o que realmente diagnostica a doença é o isolamento do fungo em cultivo ou sua observação no exame micológico direto dos materiais adequados para o exame, tendo as provas imunológicas valor diagnóstico presuntivo. As provas imunológicas são úteis para avaliações epidemiológicas, para avaliação prognóstica e para a triagem de pacientes. As reações intradérmicas apresentam valor diagnóstico baixo, uma vez que não discriminam entre infecções passadas ou recentes. Porém são de grande valor nos estudos epidemiológicos (MORAES, *et al.* 2009).

As micoses sistêmicas são a coccidioidomicose, a blastomicose, a histoplasmose, e a paracoccidioidomicose. As duas primeiras não são comuns no Brasil, embora sejam relatados casos de coccidioidomicose no semi-árido do Nordeste, em especial no Piauí em caçadores de tatus, que revolveram o solo

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

para desentocar a caça. Há também a esporotricose sistêmica, que é resultado da inalação de conídios de *S. schenckii* os quais vão causar infecção pulmonar que pode sistematizar-se. Este tipo de apresentação clínica da esporotricose é bastante raro. O aspecto macro e micromorfológico do fungo é o mesmo do agente da esporotricose subcutânea (MORAES, *et al.* 2009).

10 PROTOZOARIOS



Fonte: news-medical.net

A protozoologia é o segmento da ciência que estuda os protozoários, esses são eucariontes que ocorrem como células isoladas ou em colônias de células. Apresentam dimensões predominantemente microscópicas. Sua denominação deriva do grego *protos* e *zoon*, que significam, respectivamente, "primeiro" e "animal". Esse termo, consagrado até hoje, foi criado para agrupar organismos eucariotos unicelulares com características próprias dos animais, tais como a capacidade de deslocamento e heterotrofia. Porém, alguns organismos com características animais e vegetais como a *Euglena*, por exemplo, também eram considerados protozoários. Atualmente, o termo protozoário tem sido aplicado numa designação coletiva, sem valor taxonômico em referência a unicelulares eucariotos heterotróficos (na maioria), que obtêm seus alimentos por ingestão ou absorção (ARAÚJO, *et al.* 2006).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Os organismos unicelulares eucariotos autótrofos por sua vez, são denominados coletivamente de algas, termo que também não tem valor taxonômico. Nos protozoários de formas coloniais, as células individuais podem ser ligadas por filamentos citoplasmáticos ou embebidas numa matriz comum. Tais células são semelhantes em estrutura e função, embora em algumas poucas formas, haja uma diferenciação de indivíduos em células vegetativas e reprodutivas. Em outros termos, os protozoários coloniais são apenas agregados de células independentes (ARAÚJO, *et al.* 2006).

Estimava-se em 45.000 o número de espécies de protozoários em 1990, mas os protozoologistas reclamam que diversas vezes, o número existe num estado de anonimato. Do total citado, cerca de 20.000 são espécies fósseis, 18.000 são de formas de vida livre e 7.000 parasitas. Os protistas em geral ocupam um importante papel nas cadeias alimentares das comunidades naturais, onde existe água livre (ARAÚJO, *et al.* 2006 apud CAMARGO, 2013).

Os autótrofos (algas) são abundantes nas águas salgadas e doces, assim como em associações simbióticas com animais, de vários níveis de organização, e protozoários. Alguns grupos em particular formam uma parte importante na dieta de numerosos animais. Há protozoários saprófitas e também que ingerem bactérias, fazendo uso de substâncias e organismos envolvidos na decomposição final das cadeias alimentares, e assim, fazendo recircular a matéria orgânica. Naturalmente, existem alguns protozoários que podem provocar doenças no homem (ARAÚJO, *et al.* 2006).

Os principais grupos de protozoários são diferenciados em grupos baseados no modo de locomoção do organismo. As amebas se movem por expansões do seu citoplasma. Os membros do grupo Ciliophora se movimentam por meio de finos apêndices, ou cílios, que impulsionam a célula através de ondulações sincrônicas, como os braços de um nadador. Os flagelados têm apêndices filiformes, ou flagelos, geralmente localizados numa das extremidades do corpo celular, que movem as células em meio líquido. Os esporozoários se locomovem por deslizamento, já que não possuem organelas de locomoção externas.

Os protozoários estão divididos em protozoários de vida livre e protozoários parasitos:

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

- os protozoários de vida livre, que formam colônias, podem apresentar natação livre, ser sésseis¹² ou ter elementos de ambas as categorias;
- os protozoários parasitos vivem sobre (ectoparasitos) ou no ambiente interno (endoparasitos) de algumas plantas e animais. Nesse último caso, podem parasitar desde outros protozoários até o homem. Das mais de 60 mil espécies descritas no sub-reino Protozoa, metade são fósseis, cerca de 25 mil são seres de vida livre e aproximadamente 10 mil são parasitos de diferentes animais ou vegetais, mas apenas algumas dezenas de protozoários têm o homem como hospedeiro. O sub-reino Protozoa é dividido em sete filos; quatro deles – Microspora, Sarcomastigophora, Apicomplexa e Ciliophora – apresentam interesse médico, por reunirem parasitos que podem ser patogênicos para o ser humano ou para outros animais (SILVA, *et al.* 2012).

10.1 Morfologia dos Protozoários

O tamanho e forma desses organismos mostram considerável variação. Em geral, a célula individual dos protozoários representa um organismo completo. Como todas as células eucarióticas, a célula dos protozoários também consiste em citoplasma, separado do meio ambiente por um envelope especial, e em núcleo. Abaixo segue todos constituintes celulares caracterizando a morfologia dos protozoários de acordo com Araújo, 2006.

Citoplasma

É um material mais ou menos homogêneo, composto de moléculas protéicas globulosas, frouxamente reunidas para formar uma moldura molecular tridimensional. Embebidas em seu interior, encontram-se várias estruturas que dão aos protozoários seu aspecto característico. As fibrilas protéicas submicroscópicas (feixes fibrilares, mionemas, microtúbulos) são grupos de fibrilas paralelos existentes no citoplasma. A contratibilidade dos protozoários é devida a presença dessas fibrilas. Em diversas formas de protozoários, pigmentos se difundem no citoplasma. Suas tonalidade são numerosas: verdes, castanhas, azuis, púrpuras ou róseas. Na maioria desses organismos, o citoplasma diferencia-se em ectoplasma e endoplasma (ARAÚJO, *et al.* 2006).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

O ectoplasma é mais semelhante a um gel, enquanto o endoplasma é mais volumoso e fluído. A mudança de uma camada para outra é gradual. As estruturas celulares acham-se no endoplasma. Como outras células eucarióticas, os protozoários possuem sistemas membranosos no citoplasma. Estes formam uma rede mais ou menos contínua de canais e de lacunas, dando origem ao retículo endoplasmático da célula. Outras estruturas do citoplasma incluem os ribossomos, os complexos de Golgi, as mitocôndrias, os cinetossomas ou blefaroplastos (corpúsculos basais intracitoplasmáticos dos cílios ou flagelos), vacúolos nutritivos, vacúolos contráteis e núcleo (ARAÚJO, *et al.* 2006).

Núcleo

Cada protozoário tem, ao menos, um núcleo eucariótico. Muitos protozoários contudo, possuem núcleos múltiplos (quase todos os ciliados), durante a maior parte de seus ciclos vitais. Os núcleos são de várias formas, tamanhos e estruturas. Em diversas espécies cada indivíduo tem 2 núcleos similares. Nos ciliados, dois núcleos diferentes: um grande (macronúcleo) e um pequeno (micronúcleo). Os macronúcleos controlam as atividades metabólicas e os processos de regeneração; os micronúcleos estão relacionados com os processos de reprodução.

Envelope Celular

O citoplasma, com suas diversas estruturas, está separado do ambiente externo pelo envelope celular. Este funciona não somente na proteção, mas também no controle das trocas de substâncias e é o sítio de percepção de estímulos químicos e mecânicos, servindo igualmente, para estabelecer contatos com outras células. Este envelope contém, às vezes, uma película, intimamente aposta à membrana celular. Sua espessura, sua flexibilidade e seu número de camadas são variáveis. Em sua forma mais simples, a película é a membrana celular ou plasmalema.

A película dos ciliados é espessa e, frequentemente, enrijecida e estruturada de modos diversos. Pode haver até mesmo a presença de fileiras de plaquetas elevadas e de espessamentos modulares. Existem outros tipos de

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

membranas protetoras, produzidas pelos protozoários, que são coberturas externas à película. São elas carapaças, testas, lóricas e cistos. Tais envelopes consistem de materiais diferentes e, em geral, possuem uma matriz orgânica, reforçada pela incrustação de substâncias, tais como carbonato de cálcio ou sílica.

Deve-se lembrar que os cistos são apenas envoltórios temporários. Muitos protozoários podem encistar-se e, dessa maneira, aumentar sua proteção contra agressões externas. Em alguns casos, a escassez de alimentos e a dessecação favorecem o encistamento. Em outros, a reprodução é regularmente ligada com a formação de cistos. As fases desenvolvidas das espécies parasitas são, muitas vezes, transmitidas a um outro hospedeiro envelopadas por um cisto resistente.

Locomoção

Os protozoários podem se locomover por meio de três estruturas: pseudópodos, flagelos e cílios. Além disso, algumas espécies podem desenvolver um movimento de deslizamento por flexões do corpo, sem o uso de estruturas especializadas. Pseudópodos: um pseudópodo é uma projeção temporária de parte do citoplasma daqueles protozoários que não apresentam uma película rígida (ARAÚJO, *et al.* 2006 apud CAMARGO, 2013).

É utilizado pelas amebas (sarcodina) para locomoção e captura de alimento. O movimento amebóide pode também ser verificado em células de outros organismos, como por exemplo nos glóbulos brancos do sangue humano.

Flagelos e Cílios: O flagelo é uma extensão filamentosa do citoplasma, extremamente fina. Como regra geral, o número de flagelos presentes num indivíduo varia de um a oito (1 ou 2 são os números mais frequentes). O flagelo se compõe de duas partes: um filamento elástico, chamado axonema, e a bainha citoplasmática contrátil que envolve o axonema. Em alguns mastigóforas parasitas, como o gênero *Trypanosoma*, existe uma membrana que se estende do lado do corpo, com um flagelo em sua margem externa. Quando esta membrana vibra, mostra um movimento ondulante típico, chamando-se, por isso, de membrana ondulante.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Ainda de acordo com Neves, (2016) os cílios, além de sua função locomotora, também auxiliam na ingestão de alimentos e servem, muitas vezes, como organelas tácteis. São extensões celulares finas, curtas e filiformes, podendo ser o comprimento uniforme ou não. De modo geral, os cílios se dispõem em fileiras longitudinais, oblíquas ou espiraladas, inseridos em arestas ou em sulcos.

A microscopia eletrônica mostrou a existência dos mesmos desenhos básicos da fina estrutura flagelar e ciliar, presente em todas as células eucarióticas. Os cortes mostram duas fibras centrais e nove fibras duplas periféricas (estrutura "9+2"), envolvidas por uma membrana contínua como película (ARAÚJO, *et al.* 2006).

10.2 Processo reprodutivo dos protozoários

Os protozoários reproduzem-se por diversos processos sexuais e assexuais. A reprodução assexuada ocorre por simples divisão, que pode ser igual ou desigual, originando células filhas iguais ou não, respectivamente (NEVES, 2016).

A gemulação é uma variante da divisão celular desigual. Para lembrar, a gemulação é a formação de uma ou mais células menores, a partir de uma célula original. Em seu uso estrito em protozoologia, esta denominação deve ser reservada para aqueles casos onde a célula-mãe permanece sésil e libera uma ou mais células-filhas natatórias. Estas diferem da célula-mãe, não apenas quanto ao seu menor grau de diferenciação, mas também porque possuem organelas locomotoras especiais (ARAÚJO, *et al.* 2006).

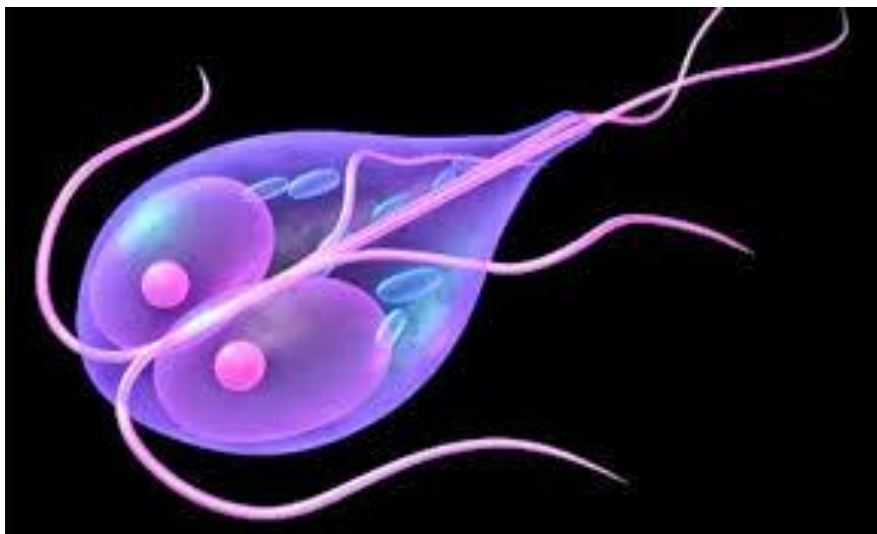
Dois processos relacionados devem ser mencionados: plasmotomia e esquizogonia. No primeiro deles, o corpo multinucleado de um protozoário se divide em dois ou mais indivíduos multinucleados pequenos, cujos núcleos maternos são distribuídos ao acaso entre eles. Na esquizogonia, o organismo multinucleado dá origem, em curto espaço de tempo, a muitas gêmulas mononucleadas sendo abandonada, usualmente, uma massa de protoplasma anucleada. Vários tipos de reprodução sexual foram observados entre os protozoários. Um deles é a fusão sexual de dois gametas entre os protozoários (ARAÚJO, *et al.* 2006).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

A fusão sexuada de dois gametas (singamia ou gametogamia) ocorre em diversos grupos de protozoários. A conjugação, geralmente uma união temporária de dois indivíduos para troca de material nuclear, é observada exclusivamente em Ciliophora. Após a troca de núcleos, os conjugantes se separam e cada um dá origem à sua respectiva progênie por fissão ou gemulação. Alguns ciliados, porém, demonstram "total conjugação", com fusão completa dos dois organismos (ARAÚJO, *et al.* 2006 apud CAMARGO, 2013).

Regeneração: a capacidade de regenerar partes perdidas é característica de todos os protozoários, desde formas mais simples até aqueles que apresentam estruturas altamente complexas. Quando um protozoário é cortado em dois, a porção nucleada se regenera, a anucleada não. Nos ciliados, a macronúcleo sozinho (ou mesmo parte dele) é suficiente para assegurar esse processo (NEVES, 2016).

11 CARACTERISTICA DOS FILOS DE PROTOZOOARIOS



Fonte: planoinformativo.com

11.1 Sarcodíneos

As amebas são as principais representantes dos sarcodíneos e seu nome deriva da palavra grega *amoibe*, que significa "modificação", já que suas formas

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

estão em constante modificação. Exemplo típico é fornecido pela *Amoeba proteus*, cuja célula chega a atingir 0,5 mm de diâmetro (ARAÚJO, *et al.* 2006).

Como já afirmado por Araújo (2006), a locomoção das amebas se dá pela emissão de pseudópodos ("falsos pés") que são também empregados na captura de alimentos. As amebas alimentam-se por ingestão de pequenos protozoários e algas, e também de protoplasma morto. Ao perceberem a presença de alimento, elas deslocam-se em direção a ele, englobando-o com os pseudópodos. Esse processo de ingestão de alimento é denominado fagocitose.

O alimento é incorporado pela célula, juntamente com um pouco de água, ficando no interior de um vacúolo alimentar (fagossomo). Este recebe enzimas digestivas armazenadas em organelas denominadas lisossomos, passando a ser chamado de vacúolo digestivo, onde o alimento será digerido. Devido às correntes citoplasmáticas, o vacúolo digestivo é deslocado no interior da célula, distribuindo o alimento digerido. Os restos não aproveitáveis da digestão são armazenados no vacúolo, que passa a ser chamado vacúolo residual, até serem eliminados da célula através da clasmocitose ou "defecação celular" (é a eliminação da escória).

As células dos protozoários de água doce são hipertônicas em relação ao meio externo. Nesse caso ocorre entrada de água na célula por osmose. Como a diferença entre a concentração do suco celular e da água doce é suficiente para saturar a célula e rompê-la, as amebas e outros protozoários de água doce desenvolveram organelas citoplasmáticas denominadas vacúolos pulsáteis ou contráteis que, de tempos em tempos, eliminam o excesso de água que penetra na célula (ARAÚJO, *et al.* 2006).

Nos protozoários de água salgada geralmente não há vacúolos pulsáteis, pois a concentração do meio externo é semelhante à do citoplasma das células.

O tipo de reprodução mais comum entre os sarcodíneos é a divisão binária. Nesse tipo de reprodução assexuada, a célula divide-se ao meio, dando origem a duas células-filhas com a mesma informação genética da célula-mãe. Os representantes mais comuns de sarcodíneos pertencem a dois grupos principais de organismos: o das amebas e dos foraminíferos.

O grupo das amebas inclui espécies de vida livre, existem algumas que possuem uma carapaça revestindo externamente a célula: estas são denominadas tecamebas. As tecamebas ocorrem em água doce e em solos

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

úmidos e suas carapaças podem ser secretadas pela própria célula ou formadas por pequenas partículas que se aglutinam ao redor de suas células.

Entre as espécies que podem ocorrer no corpo do homem, algumas são parasitas, outras, no entanto, não o são. É o caso da *Entamoeba gengivalis*, que ocorre na gengiva, e o da *Entamoeba coli*, que ocorre no intestino (ARAÚJO, et al. 2006 apud CAMARGO, 2013).

Os foraminíferos são sarcodíneos principalmente marinhos, que possuem carapaça secretada ou aglutinada, formada por várias câmaras. A carapaça pode ser formada de carbonato de cálcio secretado pelo organismo ou por grãos de areia que se aglutinam ao redor da célula. A forma da carapaça varia muito de espécie para espécie, sendo que muitas lembram pequenos caracóis. Os foraminíferos são muito importantes nas pesquisas sobre prospecção de petróleo, pois constituem um grupo com muitos representantes fósseis, bons indicadores da presença de combustível fóssil. A figura 3 mostra alguns representantes dos sarcodíneos (ARAÚJO, et al. 2006).

11.2 Sarcodíneos parasitas do homem

Segundo Araújo, 2006 dentre os sarcodíneos, apenas no grupo das amebas existem espécies parasitas, destacando-se duas que parasitam o intestino do homem: a *Entamoeba histolytica* e a *Endolimax nana*.

A *Entamoeba histolytica* causa a disenteria amebiana (amebíase), caracterizada por diarreias mucosas e fezes sanguinolentas.

Indivíduos dessa espécie têm a capacidade de se encistar, sendo liberados nesta forma pelas fezes do homem. Estes cistos são resistentes, permitindo a manutenção do parasita por longos períodos fora do corpo do hospedeiro. Ao comer frutas ou verduras mal lavadas ou beber água contaminada, o homem pode ingerir esses cistos, que então se rompem liberando os protozoários e que se instalam na mucosa intestinal causando lesões. A profilaxia dessa doença deve ser feita através de medidas de saneamento básico e higiênicas (ARAÚJO, et al. 2006).

Endolimax nana é um parasita intestinal que provoca dores abdominais, diarreia, vômitos e fadiga. O parasita é adquirido pela ingestão de alimentos contaminados (NEVES, 2016).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

11.3 Mastigophora ou flagelados

Os protozoários flagelados são divididos em dois grupos: os fitoflagelados, que geralmente contém clorofila e são fotossintéticos e que, normalmente são estudados juntamente com as algas, e os zooflagelados que não possuem clorofila e realizam sua nutrição de modo heterotrófico. Todos os componentes da classe apresentam um ou mais flagelos.

Os flagelados são também chamados de Mastigóforos (*mastix* = flagelo; *phoros* = portar, ter) e têm estrutura interna semelhante à dos flagelos das células dos demais eucariontes. Eles correspondem a centríolos modificados e alongados, e diferem dos flagelos dos procariontes, que são formados só por proteínas (ARAÚJO, *et al.* 2006).

A reprodução dos flagelados é, na maioria dos casos assexuada por divisão binária, longitudinal.

Grande parte dos flagelados podem ter vida livre, alguns locomovem-se livremente na água, utilizando-se dos flagelos, enquanto outros vivem fixos ao substrato por um pedúnculo, empregando o flagelo apenas na captura de alimento. Alguns flagelados possuem um "colarinho" ao redor da base do flagelo e são, por isso, denominados coanoflagelados (NEVES, 2016).

Existem coanoflagelados coloniais que formam colônias fixas ao substrato por um pedúnculo e os que formam colônias livres, imersas em matriz gelatinosa.

11.4 Flagelados parasitas do Homem

Entre esses, destacam-se os gêneros *Trichomonas*, *Giardia*, *Leishmania* e *Trypanosoma*, por serem muito comuns.

De acordo com Neves (2016) o *Trichomonas vaginalis* é parasita do sistema genital feminino e masculino, produzindo infecção denominada tricomoníase. Sua transmissão ocorre através do contato sexual ou, incomumente, da utilização de sanitários sem condições higiênicas.

Leishmania brasiliensis é um flagelado parasita que provoca ulceração das mucosas, doença popularmente conhecida como úlcera-de-bauru ou leishmaniose. A moléstia determina ulcerações progressivas cutâneas que, por vezes, alastram-se para as mucosas da boca, nariz e faringe. A transmissão ao

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

homem é feita pela picada do inseto *Phlebotomus intermedius*, conhecido como "mosquito-palha" ou "birigüi". Há tratamento para essa afecção e a profilaxia, tal como na malária, consiste essencialmente em combater o mosquito (NEVES, 2016).

Giardia lamblia (ou *G. intestinalis*) parasita o intestino e pode causar disenteria, denominada giardíase. A transmissão se dá pela ingestão de alimentos ou água contaminados (MOTTA, 2002).

Instala-se no jejuno-íleo e, frequentemente, pode se instalar na vesícula biliar, tornando o tratamento bem mais difícil. Os cuidados com saneamento básico constituem os principais recursos na prevenção contra a giardíase.

Uma das parasitoses mais importantes no Brasil causada por um protozoário é a doença de Chagas, causada pelo *Trypanosoma cruzi*. A doença de Chagas é extremamente grave e não tem cura. Calcula-se que somente na América do Sul, aproximadamente 7 milhões de pessoas sofram dessa moléstia, que costuma ser chamada de "doença dos mega" (grande), em virtude de determinar hipertrofia e flacidez na região atingida (megacolo, megaesôfago, etc.). A doença de Chagas apresenta certa seletividade pela musculatura cardíaca e como consequências disfunções que podem levar a morte, embora, às vezes, a longo prazo (NEVES, 2016).

Deste modo, no ciclo de vida do *Trypanosoma* existem dois hospedeiros: o homem (ou outro mamífero) e o barbeiro. O modo mais eficiente de erradicação da doença de Chagas é eliminar o vetor (barbeiro).

11.5 Os ciliados

Os ciliados são protozoários que possuem cílios, estruturas utilizadas na locomoção e captura de alimento. Os cílios, que também ocorrem em algumas células eucariotas multicelulares, têm a mesma estrutura interna dos flagelos, diferindo destes com relação ao comprimento (os cílios são bem mais curtos), número e batimento (NEVES, 2016).

Paramecium caudatum, um protozoário de vida livre, é um exemplo de ciliado bastante comum que aparece em açudes e lagos de água doce.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Os paramécios são facilmente distinguidos por sua forma típica, semelhante à sola de um chinelo. A porção anterior (frontal) da célula é arredondada e a porção posterior ligeiramente afilada. A camada mais externa da célula é menos flexível que a das amebas dando uma forma mais constante à célula.

Toda a célula é coberta por pequenas projeções filiformes (cílios), que além de órgãos de locomoção, servem também para orientar os alimentos em direção ao poro bucal. No paramécio, a ingestão de alimento ocorre através de uma reentrância bem definida e de localização constante na célula, denominada sulco oral ou, ainda, funil bucal. O alimento conduzido pelo batimento ciliar coordenado, entra nessa reentrância, que também é ciliada, passa pelo citóstoma (*cito* = célula, *stoma* = boca), localizado no final do sulco oral, e penetra na citofaringe, estrutura tubular que possui um tufo de cílios (ARAÚJO, *et al.* 2006).

O alimento é impulsionado para o final da citofaringe, no interior do endoplasma. Nessa região forma-se um vacúolo digestivo, que se desprende e passa a circular pelo interior da célula movido pelas correntes citoplasmáticas, distribuindo o alimento digerido. Os restos não aproveitáveis são eliminados através de uma região específica da célula, denominada citopígeo ou citoprocto ou, ainda, poro anal.

Como nas amebas e em outros microrganismos unicelulares, o oxigênio ingressa na célula através da membrana celular, enquanto o CO₂ se difunde para fora.

Os líquidos usados são coletados nos vacúolos contráteis, que têm posições fixas nos paramécios, em vez de aparecerem em qualquer lugar da célula, como nas amebas. Outra característica dos paramécios, e ciliados em geral, é a presença de 2 tipos distintos de núcleo: o micro e macronúcleo, já comentado anteriormente. Nos paramécios existem um macro e um micronúcleo por célula, mas em outras espécies de ciliados, o número de micronúcleos por célula pode variar, existindo, no entanto, sempre um macronúcleo (ARAÚJO, *et al.* 2006).

A reprodução assexuada se dá por divisão ou fissão binária. O macro e micronúcleo dividem-se e ocorre a formação de um sulco transversal, separando a célula ao meio.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

O processo sexuado de reprodução dos ciliados é a conjugação. Nesse processo ocorre a união temporária de dois indivíduos seguida de degeneração do macronúcleo, divisão meiótica do micronúcleo, troca de micronúcleos entre os indivíduos conjugantes e fusão do micronúcleo que migrou com o micronúcleo estacionário. O micronúcleo resultante da fusão sofre mitose e os indivíduos conjugantes separam-se, cada um desses sofre um número de divisões celulares, que varia de espécie para espécie, restabelecendo o número de núcleos típico da espécie. O macronúcleo surge por diferenciação do micronúcleo (ARAÚJO, *et al.* 2006).

11.6 Diversidade dos ciliados

Os ciliados podem apresentar cílios recobrimdo toda a célula, como ocorre no gênero *Paramecium*, ou apenas em algumas regiões.

A maioria dos representantes desse filo é aquática, vivendo em água doce ou salgada. Há espécies que nadam livremente, outras que vivem fixas ao substrato por um pedúnculo e outras que formam colônias.

Um grupo de ciliados bastante diferente é o dos suctórios. Esses organismos possuem cílios apenas nas fases iniciais do desenvolvimento, quando adultos, fixam-se ao substrato, perdem os cílios e desenvolvem estruturas especiais denominadas tentáculos, que são utilizados na captura de alimentos. As principais presas dos suctórios são outros ciliados que, ao serem tocados pelos tentáculos ficam imobilizados pelos tricocistos (estruturas ovais ou em forma de bastonetes que atuam como defesa). Então, o citoplasma da presa é sugado pelos tentáculos e digerido em vacúolos digestivos no interior do corpo do suctório.

Além dos ciliados de vida livre, há formas parasitas, como *Balantidium coli*, que se aloja no intestino do homem. Este protozoário é adquirido ao se ingerir água contaminada.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

11.7 Esporozoários

São protozoários parasitas caracterizados pela ausência de estruturas empregadas na locomoção nas formas adultas. Obtém alimento por absorção direta dos nutrientes dos organismos que parasitam. Muitas espécies têm ciclos vitais complicados, com algumas fases se desenvolvendo num hospedeiro e outras em hospedeiros diferentes. Pode ocorrer uma fase reprodutiva sexuada durante o ciclo vital. A reprodução assexuada ocorre por divisão múltipla, ou esquizogonia. Para lembrar, a divisão múltipla é aquela onde a célula inicial sofre várias divisões mitóticas sem que o citoplasma se divida. Quando as divisões nucleares cessam, uma membrana plasmática circunda cada núcleo juntamente com parte do protoplasma da célula inicial. Formam-se assim, várias células-filhas com um só núcleo de pequeno tamanho que são, então, liberadas (ARAÚJO, *et al.* 2006).

A esporogonia é um tipo de reprodução, característica dos esporozoários, tendo sido responsável pelo nome do grupo. Na esporogonia formam-se várias células que lembram esporos, por isso denominadas esporozoítos. Esse tipo de reprodução ocorre logo após a formação do zigoto, durante o ciclo reprodutivo dos esporozoários. O zigoto geralmente sofre um encistamento e, invariavelmente, uma divisão meiótica, originando quatro esporozoítos com metade do número cromossômico do zigoto. Por mitoses sucessivas, essas células multiplicam-se originando muitos outros esporozoítos, que são finalmente liberados do cisto (ARAÚJO, *et al.* apud NEVES, 2016).

11.8 Gênero *Plasmodium* sp.

Os esporozoários mais importantes que acometem seres humanos são os do gênero *Plasmodium*, responsáveis pela malária. A malária atinge milhões de pessoas no mundo inteiro, mas em especial em regiões tropicais. Estima-se que anualmente ocorram cerca de 100 milhões de novos casos, dos quais aproximadamente um milhão são fatais.

A transmissão do agente causador da malária ao homem é feita por um mosquito do gênero *Anopheles*. É importante ressaltar que não são todas as espécies de *Anopheles* que são boas transmissoras, e sim quatro delas: *A. darlingi*, no interior do país; *A. aquasalis*, na região costeira do país, de SP para o Norte; *A. cruzi* e *A. bellator*, na região Sul do país (NEVES, 2016).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

Ao picar uma pessoa sadia, o inseto contaminado introduz o protozoário, na forma de esporozoítos, iniciando o ciclo do parasita. Os esporozoítos caem na corrente sanguínea do indivíduo picado e são levados até as células do fígado, no interior das quais se reproduzem por esquizogonia, originando vários trofozoítos. Esses rompem as células hepáticas, podendo reinfetar novas células ou voltar a corrente sanguínea e penetrar novamente nas hemácias. Nessas células, os trofozoítos adquirem inicialmente a forma de anel e sofrem nova esquizogonia, dando origem a muitos indivíduos, agora chamados merozoítos. As hemácias rompem-se e os merozoítos são liberados para infectar novos glóbulos vermelhos, dividindo-se por esquizogonia. Em alguns casos, os merozoítos não se dividem dentro da hemácia, mas passam por um processo de diferenciação, originando gametócitos (NEVES, 2016).

Ao picar um indivíduo infectado, o mosquito ingere hemácias normais e também aquelas que contêm os gametócitos, iniciando o ciclo do *Plasmodium* no corpo do inseto. Uma vez no estômago do mosquito, os gametócitos diferenciam-se em gametas masculinos e femininos e em seguida há a fecundação. O zigoto formado fixa-se na parede do estômago formando um cisto, no interior do qual ocorre a esporogonia: o zigoto sofre meiose e as células haplóides resultantes multiplicam-se várias vezes, dando origem a muitos esporozoítos que rompem o cisto, são liberados e penetram na glândula salivar do inseto. Esse, ao picar o indivíduo sadio, reinicia-se o ciclo. A doença causada por *Plasmodium* é caracterizada por acessos febris característicos, dependendo da espécie infectante (NEVES, 2013).

De acordo com Araújo (2006) as três espécies que ocorrem no Brasil possuem patogenicidade diferente, e apenas o *P. falciparum* é capaz de levar o paciente à morte. Além disso, essa espécie possui linhagens resistentes aos medicamentos usuais. As outras duas espécies, embora dificilmente levem o paciente à morte, provocam acessos maláricos e anemia capazes de reduzir sua economia física e capacidade de trabalho.

- *Plasmodium vivax*: acessos febris de 48 em 48 horas (febre terçã benigna, ocorre de 3 em 3 dias).
- *Plasmodium malariae*: acessos febris de 72 em 72 horas (febre quartã benigna, ocorre de 4 em 4 dias).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

- *Plasmodium falciparum*: acessos febris irregulares, de 36 a 48 horas de intervalo (febre terçã maligna).

É importante ressaltar que o ciclo de vida do plasmódio só se completa se houver dois hospedeiros; *Anopheles* e o homem. No mosquito ocorre a reprodução sexuada e por isso denomina-se o inseto de hospedeiro definitivo. No homem ocorre apenas reprodução assexuada e esse hospedeiro é por isso conhecido como hospedeiro intermediário. A profilaxia da malária pode ser conseguida erradicando o mosquito transmissor e tratando os indivíduos portadores da doença (ARAÚJO, *et al.* 2006).

11.9 *Toxoplasma gondii*

O *Toxoplasma gondii* é um protozoário de distribuição geográfica mundial, acomete até 60% da população em determinados países; no entanto, os casos de doença são menos frequentes. É uma zoonose muito freqüente em várias espécies de mamíferos e aves. O gato e outros felídeos são os hospedeiros definitivos ou completos e o homem, entre outros animais, pode ser o hospedeiro intermediário ou incompleto (NEVES, 2016).

Segundo Araújo (2006) este esporozoário, *Toxoplasma gondii*, é o agente causador da toxoplasmose, uma infecção causada por contágio indireto, pois, ainda que não haja vetores ou transmissores para a contaminação, ela não se faz diretamente de um indivíduo doente para outro sadio. O parasita, durante seu ciclo vital, passa por um estágio de reprodução por esporogonia, no hospedeiro definitivo (gatos e outros felídeos não imunes), e por uma fase de reprodução assexuada (esquizogonia), nos tecidos de vários hospedeiros, inclusive de gatos e do homem.

Vários tecidos e células (exceto hemácias) e líquidos orgânicos como saliva, leite, esperma etc, podem ser o hábitat do *T. gondii*. Nos felídeos não imunes podem ser encontradas as formas do ciclo sexuada no epitélio intestinal e também no meio exterior, junto às fezes (sendo esta a forma resistente, dita oocisto) (ARAÚJO, *et al.* 2006).

A contaminação pode se dar através ingestão de oocistos presentes em jardins, alimentos ou objetos contaminados; ingestão de cistos presentes em

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

carnes mal cozidas, especialmente de porco e carneiro; e ainda a transmissão congênita ou placentária (NEVES, 2016).

A moléstia se manifesta com febre constante, exantema (manchas puntiformes avermelhadas na pele), gânglios aumentados, aumento do fígado e do baço, podendo complicar com pneumonia e encefalite. Na forma congênita da toxoplasmose, na qual a mulher grávida portadora da doença serve de meio de contaminação, o parasita atravessa a barreira placentária e atinge o feto, provocando lesões oculares graves, cegueira ou lesões no crânio e encéfalo, o que pode causar aborto, ou parto prematuro (ARAÚJO, *et al.* 2006).

Um medicamento eficaz contra a toxoplasmose ainda não existe. Os medicamentos utilizados atuam contra as formas proliferativas, mas não contra os cistos. Como a maioria das pessoas que têm sorologia positiva não tem a doença e as drogas empregadas são tóxicas em dosagens prolongadas, recomenda-se tratar apenas os casos agudos, a toxoplasmose ocular e os indivíduos imunodeficientes contaminados (NEVES, 2016).

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, D. V. MARIA, O. I. BAPTISTA, F.D. **Micobactérias**. HANSEN, 2006.

BARBOSA, T. A. **Minicurso de Microbiologia geral**. CEDERJ – Volta Redonda, 2013.

BRUSCA, R C. & BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. Capítulo 5. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003. ISBN 978-85-277-1258-3.

CAMARGO, J. C. **Padrões ecológicos da comunidade de protozoários flagelados (Protista: Mastigophora) no plâncton de um sistema rio-planície de inundação tropical**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais. Maringá, 2013.

CAMPOS, M. J. A. **Introdução à Microbiologia**. ICB – USP, 2016.

CAMPOS, M.J.A. **Introdução à Microbiologia**. Disponível em: http://www.icb.usp.br/bmm/mariojac/arquivos/Aulas/Introducao_Microbiologia_Texto.pdf. Acesso em: mai.2019.

FILHO, A. D **Coccidioidomicose**. . bras. pneumol. vol.35 no.9 São Paulo Sept. 2009.

FILHO, F. Q. T. RABONI, S. M. **Resumos de trabalhos apresentados durante o XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical e seguintes eventos satélites**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. Foz do Iguaçu, Paraná, 2010.

LA SCOLA. B. *et al.* **Um vírus gigante em ameba**. Ciência. V 299, edição 5615 de 28 de março de 2003

LOPES, N. NOZAWA, C. LINHARES, R. E. C. **Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil**. Rev Pan-Amaz Saude v.5 n.3 Ananindeua set. 2014.

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

MORAES, A. M. L. PAES, R. A. HOLANDA, V. L. **Micologia**. FIOCRUZ, 2019.

MORAES, P. A. **Perfil epidemiológico e qualidade microbiológica da água para consumo humano envolvida em surtos de doenças de veiculação hídrica ocorridos em minas gerais no período de 2014 a 2016 através da pesquisa de indicadores de contaminação fecal**. Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Pós-graduação em Microbiologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito à obtenção do título Especialista. Belo Horizonte, 2016.

MOTTA, M. E. F. A. SILVA, G. A. P. **Diarréia por parasitas**. Rev. Bras. Saude Mater. Infant. vol.2 no.2 Recife May/Aug. 2002.

NEVES, David Pereira. **Parasitologia humana**. 13. ed. São Paulo: Atheneu, 2016.

NOGUEIRA, J. M. R. MIGUEL, L. F. S. **Bacteriologia**. FIOCRUZ, 2009.

NOGUEIRA, J.M.R. MIGUEL, L.F.S. FIOCRUZ. **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. Disponível em: <http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/cap3.pdf>.

RAVEN, P. H., JOHNSON, G. B., MASON, K. A., LOSOS, J. B., and SINGER, S. R. (2014). **Cell structure**. (Em inglês) Em Biology (10th ed., AP ed., p. 63). New York, NY: McGraw-Hill

SANTOS, A. S. PEREIRA, G. M. CARLSTROM, P. F. **Microbiologia e a Microbiota Humana**. Universidade Federal de Alfenas. UNIFAL-MG. Alfenas, 2017.

SANTOS, D. **Testes sobre vírus**. 2018.

SANTOS, P. S. G. **Principais gêneros de fungos filamentosos provenientes das áreas controladas da produção de imunobiológicos no período de 2005 a 2007**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Controle da Qualidade de Produtos, Ambientes e Serviços Vinculados à Vigilância Sanitária do Instituto Nacional de Controle de Qualidade

BIOLOGIA DOS MICRORGANISMO

em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Vigilância Sanitária. Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, A. V. M. *et al.* **Conceitos e métodos para formação de profissionais de em laboratórios de saúde.** Vol. 5. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio/Fundação Oswaldo Cruz, 2012.

SILVA, E. G. **A segurança alimentar e relatos de surtos alimentares por *Staphylococcus spp.*** Repositório UFMG, 2014.

SILVA, M. L. Q. **Efeito inibitório, in vitro, do iodeto de potássio e da miltefosina frente a cepas do complexo *sporothrix schenckii* em biofilme nas formas filamentosa e leveduriform.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Médica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Microbiologia Médica. Área de concentração: Micologia Médica. Fortaleza, 2017.

STEPHENS, P. R. S. OLIVEIRA, M. B. S. C. O. RIBEIRO, F.C. CARNEIRO, L. A. D. **Virologia.** FIOCRUZ, 2009.